



André Rodrigues Siopa

Licenciatura de Bolonha em Engenharia Mecânica

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SIMULAÇÃO DINÂMICA

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Energias
Renováveis - Conversão Eléctrica e Utilização Sustentáveis

Orientador: Mário Ventim Neves, Professor - FCT-UNL

Júri:

Presidente: Dr. Rui Alexandre Nunes Neves da Silva, Professor Auxiliar, FCT-UNL

Arguente: Dr. João Francisco Alves Martins, Professor Auxiliar, FCT-UNL

Mestre Pedro Miguel Ribeiro Pereira, Assistente, FCT-UNL

Vogal: Dr. Mário Fernando da Silva Ventim Neves, Professor Auxiliar, FCT-UNL



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Março 2012



André Rodrigues Siopa

Licenciatura de Bolonha em Engenharia Mecânica

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SIMULAÇÃO DINÂMICA

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Energias
Renováveis - Conversão Eléctrica e Utilização Sustentáveis

Orientador: Mário Ventim Neves, Professor - FCT-UNL



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Março 2012

A presente dissertação intitulada “Eficiência Energética e Simulação Dinâmica”, escrita por mim, André Rodrigues Siopa, tem o seguinte COPYRIGHT:

“A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.”

Agradecimentos

Ao meu orientador, professor Mário Ventim Neves pelo apoio e compreensão evidenciada no decorrer deste trabalho.

Ao Engenheiro Nuno Ferreira da câmara municipal de Alcobaça pela disponibilidade sempre demonstrada durante todas as etapas de desenvolvimento deste projecto.

À Home Energy – EDP, nomeadamente, ao departamento de RSECE-B2B, que se mostrou sempre prestável a ajudar e esclarecer dúvidas.

A todos os meus colegas e amigos que se disponibilizaram e me apoiaram para que a conclusão deste trabalho fosse possível.

À minha família, especialmente aos meus pais e irmãos, que me auxiliaram durante todo este percurso e demonstraram um apoio, compreensão e incentivo incondicional.

A todos eles o meu

MUITO OBRIGADO!

Resumo

A presente dissertação de mestrado vem alertar para a problemática que é o crescente consumo energético nos edifícios e referenciar as vantagens das energias renováveis face às actuais fontes de energia fósseis, sabendo que os edifícios de serviços são responsáveis por grandes consumos cabe-nos trabalhar para os tornar mais eficientes.

O trabalho foi desenvolvido com o objectivo de verificar a classe energética existente no edifício das Piscinas Municipais de Alcobaça, respeitando as leis em vigor para este efeito, tem ainda o intuito de apresentar medidas de melhoria de forma a reduzir os consumos energéticos do edifício.

As medidas adoptadas para reduzir os consumos energéticos do edifício passam pela colocação de películas nos envidraçados de modo a reduzir significativamente o calor transmitido ao espaço, a instalação de painéis solares térmicos para reduzir o consumo destinado às águas quentes sanitárias, a substituição da iluminação existente por uma mais eficiente e de menor potência e a substituição da caldeira a gás por uma a biomassa.

Este estudo foi possível porque foram utilizados programas e vários equipamentos que são indispensáveis ao processo de certificação e estudo de medidas de melhoria, nomeadamente os programas EnergyPlus e DesignBuilder.

O programa EnergyPlus é um programa com grande capacidade para simular o comportamento térmico de edifícios e dimensionar pormenorizadamente os seus sistemas de ventilação e AVAC. Paralelamente a este software, é utilizado um outro programa, o DesignBuilder, tratando-se de um interface comercial para o EnergyPlus.

Os equipamentos utilizados foram CHAUVIN ARNOUX 8332B, é um analisador que nos permite verificar o comportamento de toda a corrente eléctrica e registar consumos; AFLEX 3003/3005 que na prática é conhecido por “pinças”, cujo equipamento destina-se ao armazenamento dos dados dos consumos energéticos; analisador de gases TSI CA-6100, que foi utilizado para ver qual o rendimento da caldeira, laser de medição e medidor de vidros.

Através da recolha e tratamento de dados sobre as Piscinas Municipais de Alcobaça a dissertação procura identificar os pontos de maior consumo e sugerir alterações para que haja um melhor aproveitamento energético e assim baixar os custos com a factura eléctrica, beneficiando financeiramente a autarquia.

Palavras-chave: Eficiência energética, Simulação dinâmica e Poupança energética.

Abstract

The present dissertation alerts to the raising problem of energy consumption in buildings and focuses on the advantages of renewable energy in comparison to the current fossil energy sources, which we know that many public buildings are responsible for therefore we have to help them become more energy efficient.

The main aim of this work was to verify the energy class existing in the building of the public swimming pools of Alcobaça, respecting the current legislation, it also aims at the introduction of improvement measures to reduce energy consumption of the building.

Measures taken to reduce the energy consumption of the building go through the placement of glazing films in order to significantly reduce the heat transferred to the space, the installation of solar panels to reduce consumption for the sanitary hot waters, the exchange of the existing lighting with a more efficient and less consuming one, and the replacement the gas boiler through a biomass.

This study was possible because we used several programs and equipment that are essential to the certification process and studying improvement measures, including programs such as DesignBuilder and EnergyPlus.

The EnergyPlus program is a program with great capacity to simulate the thermal behavior of buildings and control every detail of the ventilation systems and HVAC. Besides this software, we used another program, DesignBuilder, graphical user interface to EnergyPlus HVAC. The equipment used was CHAUVIN ARNOUX 8332B, an analyzer that allows us to verify the main characteristics of the electrical network, Aflex 3003/3005 which is normally known as "tweezers", this equipment is intended to storage data energy consumption, gas analyzer TSI CA-6100, which was used to see the efficiency of the boiler, and laser measuring gauge glass.

Through research and data processing on the Municipal Swimming Pool of Alcobaça this dissertation seeks to identify the points of highest consumption and suggest changes that will allow for a better use of energy, which will be financially beneficial for the municipality by reducing the electricity bill.

Keywords: Energy efficiency, Dynamic simulation and Energy savings.

Índice de Matérias

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1. Consumo de Energia em Portugal	1
1.2. Relevância do Tema	4
1.3. Objectivos.....	4
1.4. Organização da dissertação	5
CAPÍTULO 2 – CONSUMO DE ENERGIA NOS EDIFÍCIOS	7
2.1. Consumo de energia numa economia globalizada	7
2.2. Consumo de energia nos edifícios.....	8
2.3. Eficiência energética	9
CAPÍTULO 3 - LEGISLAÇÃO	13
3.1. Legislação Sobre Consumos Energéticos.....	13
3.2. Vertentes do processo de certificação num edifício de serviços	14
3.3. Classificação Energética.....	15
3.4. Simulação dinâmica – Norma ASHRAE 140- 2004	20
CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA PARA CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA.....	23
4.1. Método Necessário num Processo de Certificação Energética	23
4.1.1 Documentos Necessários ao Processo de Certificação	23
4.1.2 Método para a Auditoria ao Edifício	25
4.1.3 Método de Simulação Dinâmica.....	27
CAPÍTULO 5 – CASO DE ESTUDO.....	29
5.2. Auditoria ao Edifício	30
5.2.1 Iluminação	30
5.2.2 Envidraçados	30
5.2.3 Equipamentos.....	31
5.2.3.1 Equipamentos de AVAC	31
5.2.3.2 Equipamentos de Produção e Armazenamento de Águas Quentes	32
5.2.3.3 Outros Equipamentos	34
5.2.3.4 Elementos Construtivos	34
5.2.4 Ocupação	34
5.3. Medições Energéticas.....	34
5.3.1. Consumos Energéticos do Edifício.....	36
5.3.1.1. Factor de Potência	37
5.3.2. Consumo Piscina Grande.....	39
5.3.3. Consumo Piscina Pequena.....	40

5.3.4. Facturas Energéticas.....	41
CAPÍTULO 6 – SIMULAÇÃO DINÂMICA.....	45
6.1. Construção do Modelo	45
6.2. Caracterização dos Espaços.....	50
6.3. Simulação Real.....	51
6.3.1 Resultados da simulação real	54
6.4 Simulação Nominal	60
6.4.1 Resultados da Simulação Nominal	63
7. ESTUDO DE MEDIDAS DE MELHORIA ENERGÉTICA	69
7.1 Aplicação de Películas nos Envidraçados	69
7.2 Substituição da Iluminação	72
7.3 Instalação de Painéis Solares Térmicos.....	75
7.4 Substituição das Caldeiras a Gás Natural	77
7.5 Instalação de uma Bateria de Condensadores	78
8. CONCLUSÕES	81
BIBLIOGRAFIA	85

Índice de Figuras

Figura 1.1- Valores de descobertas e consumos de petróleo até 2030 [1].....	1
Figura 1.2- Variação dos preços do petróleo [2].....	2
Figura 1.3- Evolução da temperatura do Globo Terrestre [4].	3
Figura 2.1- Distribuição mundial da energia em 2007 [6].	7
Figura 2.2- Consumo de energia final por sector [9].....	9
Figura 2.3- Plano de acção para a eficiência energética [12].	10
Figura 4.1- Tipos de acções de manutenção.....	24
Figura 5.1- Imagem aérea da envolvente das piscinas municipais de Alcobaça.	29
Figura 5.2- Medidor de vidros.	31
Figura 5.3- Caldeiras para Aquecimento das águas das piscinas e AQS.....	33
Figura 5.4- Medições do rendimento das caldeiras 1.	33
Figura 5.5- Medições do rendimento das caldeiras 2.	33
Figura 5.6- Analisador de Instalações eléctricas.	35
Figura 5.7- "Pinças" Amperimétricas.....	35
Figura 5.8- Gráfico da potência média consumida no edifício.....	36
Figura 5.9- Triângulo de potências.	37
Figura 5.10- Gráfico do factor de potência registado no edifício.....	39
Figura 5.11- Gráfico da potência média consumida na piscina grande.	40
Figura 5.12- Gráfico da potência média consumida na piscina pequena.	41
Figura 5.13- Gráfico dos consumos registados nas facturas eléctricas.	42
Figura 5.14- Gráfico dos consumos registados nas facturas de gás.	43
Figura 6.1- Construção 3D do edifício.....	46
Figura 6.2- Input dados climáticos DB.	47
Figura 6.3- Dados para as paredes de composição desconhecida [21].....	48
Figura 6.4- Dados para pavimentos e coberturas de composição desconhecida [21].....	49
Figura 6.5- Dados para envidraçados de composição desconhecida [21].	50
Figura 6.6- Perfil de ocupação real utilizado para a simulação.....	52
Figura 6.7- Perfil de equipamentos real utilizado para a simulação.....	53
Figura 6.8- Perfil de iluminação real utilizado para a simulação.	53
Figura 6.9- Perfil real da disponibilidade dos equipamentos de AVAC	54
Figura 6.10- Output EnergyPlus do comportamento energético edifício simulação nominal.	56
Figura 6.11- Output EnergyPlus dos ganhos internos simulação real.	57
Figura 6.12- Gráfico de desagregação dos consumos da auditoria.	58
Figura 6.13- Desagregação simulação real.	59
Figura 6.14- Gráfico perfil de ocupação.	61
Figura 6.15- Gráfico perfil de equipamentos.	62
Figura 6.16- Gráfico perfil de iluminação.....	63

Figura 6.17- Output EnergyPlus do comportamento energético do edifício simulação nominal.	65
Figura 6.18- Output EnergyPlus dos ganhos internos simulação nominal.	66
Figura 6.19- Classe energética das piscinas municipais de Alcobaça.	68
Figura 7.1- Características das películas de protecção solar.	70
Figura 7.2- In put das características das películas no DB	71
Figura 7.3- Gráfico de consumo de energia para aquecimentos sem e com películas	71
Figura 7.4- Gráfico de consumo de energia para arrefecimento sem e com películas	71
Figura 7.5- Gráfico comparativo dos consumos de iluminação.	74
Figura 7.6- Energia fornecida pelo solar térmico e necessidades.....	76
Figura 7.7- Escalões de taxaço da energia reactiva [22].	79
Figura 7.8- Preço da energia reactiva [23].	79

Índice de Tabelas

Tabela 3.1- Escala da classificação energética [14].	16
Tabela 3.2- Condições para atribuição da classe energética [14].	17
Tabela 3.3- Tipos de IEE existentes [16].	19
Tabela 3.4- Programas de simulação dinâmica acreditados pela norma ASHRAE 140-2004	21
Tabela 4.1- Valores máximos de referência para a QAI	26
Tabela 5.1- Iluminação existente nas piscinas	30
Tabela 5.2- Equipamentos de climatização existentes na piscina	31
Tabela 5.3- Equipamentos de tratamento de ar da área desportiva das piscinas	32
Tabela 5.4- Potências médias registadas no edifício, durante os dias de medição	36
Tabela 5.5- Potências médias registadas na piscina grande, durante os dias de medição	40
Tabela 5.6- Potências médias registadas na piscina pequena, durante os dias de medição	41
Tabela 5.7- Emissões de CO ₂ do edifício das piscinas	42
Tabela 6.1- Dados climáticos para a cidade de Alcobaça segundo o regulamento [20].	47
Tabela 6.2- Dados de out put da simulação real.	55
Tabela 6.3- Consumos registados na auditoria energética.	58
Tabela 6.4- Consumos registados na simulação real.	59
Tabela 6.5- Tabela verificativa da oscilação entre a simulação real e as medições energéticas.	59
Tabela 6.6- Perfil de ocupação [15].	60
Tabela 6.7- Perfil de equipamentos [15].	61
Tabela 6.8- Perfil de iluminação [15].	62
Tabela 6.9- Densidades nominais [15].	63
Tabela 6.10- Dados out put simulação nominal.	64
Tabela 6.11- Consumos energéticos do edifício e classe energética.	67
Tabela 7.1- Consumos anuais de energia gasta para climatização sem e com películas.	72
Tabela 7.2- Investimento e período de retorno da aplicação das películas solar térmicas.	72
Tabela 7.3- Substituição da iluminação e custo do investimento.	73
Tabela 7.4- Out put dados DB com aplicação da melhoria de iluminação.	73
Tabela 7.5- Consumos anuais de iluminação e período de retorno do investimento.	74
Tabela 7.6- Consumo anual de gás.	75
Tabela 7.7- Energia gasta para aquecer as AQS das piscina e custo.	76
Tabela 7.8 - Energia gasta para aquecer a água das piscinas e custo.	76
Tabela 7.9- Custo de investimento do solar térmico e período de retorno.	76
Tabela 7.10- Necessidades de gás e pellets para aquecer a água das piscinas e AQS.	77
Tabela 7.11- custo do investimento na troca das caldeiras e período de retorno.	78
Tabela 7.12- Custo anual estimado da energia reactiva.	79
Tabela 7.13- Capacidade da bateria de condensadores	79
Tabela 7.14- Custo da bateria de condensadores e período de retorno.	80

Lista de acrónimos e abreviaturas

€	Euro
η	Rendimento
μm	Micrómetro
°C	Grau centígrado
φ	Ângulo do factor de potência
ρ	Massa específica
α	Difusidade térmica
\dot{Q}	Taxa de transferência de calor
A_p	Área útil
AT	Alta tensão
AQS	Águas quentes sanitárias
AVAC	Aquecimento, ventilação e ar condicionado
CE	Certificado energético
CO ₂	Dióxido de Carbono
COP	Coefficient of performance
C _p	Calor específico
DCR	Declaração de conformidade regulamentar
DB	DesignBuilder
EER	Energy efficiency rate
GEE	Gases de Efeito de Estufa
IEE	Indicador de Eficiência Energética
IEE _t	Indicador de Eficiência Energética de Aquecimento
IEE _{ref}	Indicador de Eficiência Energética de Referência
IEE _v	Indicador de Eficiência Energética de Arrefecimento
IVA	Imposto sobre o valor acrescentado
J	Joule
K	Kelvin
k	condutividade térmica
kgep	kilo grama equivalente de petróleo
kJ	Kilo Joule
kW	Kilo Watt
kWh	Kilo Watt hora
kvar	Kilo volt-ampere reactivo
kvarh	Kilo volt-ampere reactivo hora

l	Litro
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
lm	Lúmen
m	metro
MT	Média tensão
MAT	Muito alta tensão
MHz	Mega Hertz
P	Potência activa
PRE	Plano de racionalização de energia
PNAEE	Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética
PRS	Período de retorno simples
Q	Potência Reactiva
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
RSECE	Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização de Edifícios
S	Potência aparente
SCE	Sistema de Certificação Energética de Edifícios
Tep	Toneladas equivalentes de petróleo
UE	União Europeia
UEC	Unidades exteriores de climatização
URE	Utilização Racional de Energia
W	Watt

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1. Consumo de Energia em Portugal

A energia é vital em todas as economias, praticamente todos os processos produtivos têm uma forte ligação ao sector energético e nos tempos que correm está presente em quase tudo o que fazemos, por isso nos últimos anos tem vindo a verificar-se um aumento nos consumos energéticos.

A sociedade enfrenta um grande desafio face ao grande desenvolvimento económico que se tem vindo a verificar, reduzir os consumos energéticos que em grande parte provem dos recursos de origem fóssil, sabendo nós que estes recursos são finitos e que agravam as condições ambientais cabe-nos enquanto sociedade alterar essas condições.

Portugal embora apresente uma grande disponibilidade para recursos renováveis, nomeadamente solar, hídrico, eólico e biomassa, não deixa de ser um grande consumidor de energia não renovável, o que para a actualidade é preocupante uma vez que está dependente da energia fóssil para assegurar a sua sustentabilidade energética.

Os mais críticos defendem que um dos recursos fósseis mais explorados o petróleo possa entrar em recessão em 2050 devendo-se esse facto ao ritmo elevado de exploração que se tem vindo a verificar nos últimos anos esgotando assim as reservas mais conhecidas.

A figura seguinte mostra de forma clara as descobertas de reservas de petróleo face ao consumo a nível mundial, de acordo com os dados da (AIE) Agência Internacional da Energia (2007) revela que, cada vez mais, a taxa de exploração de petróleo é mais elevada do que a taxa de descobertas de novas reservas. Podemos estar portanto a atingir o pico máximo de produção.

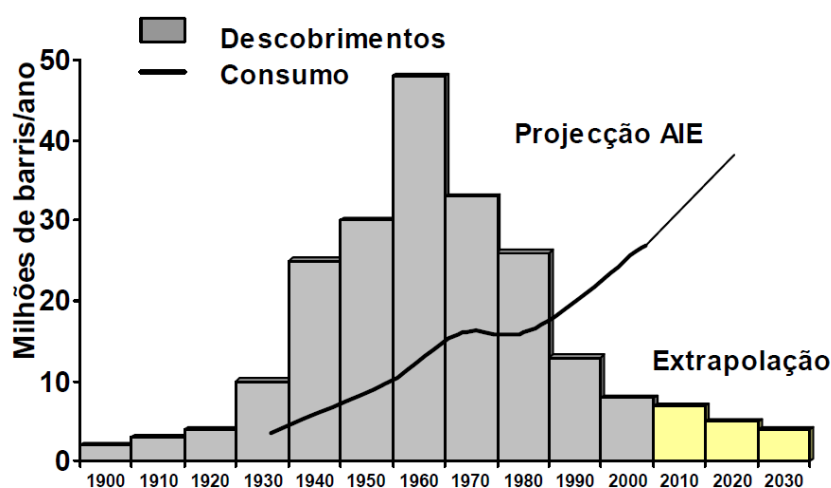


Figura 1.1- Valores de descobertas e consumos de petróleo até 2030 [1]

O gás natural e o carvão cujas reservas são elevadas também são utilizados como fontes geradoras de energia, mas tal como o petróleo a queima destes combustíveis tem uma grande contrapartida a produção de grandes quantidades de poluentes (dióxido de carbono, óxidos de azoto e poeiras) que estão directamente ligados ao agravamento do efeito de estufa da deterioração da qualidade do ar e da saúde humana.

A natureza finita dos recursos não renováveis, e o impacto que a sua produção e consumo provocam no meio ambiente torna necessário criar alertas para que haja uma redução nos consumos de energia promovendo desta forma o aumento dos consumos ligados às fontes renováveis.

Portugal sendo um país dependente do petróleo tem todo o interesse em se tornar autossustentável energeticamente, não só por uma questão ambiental mas porque a escalada acentuada do preço do barril de petróleo verificada nos últimos tempos tem impactos significativos na economia do países e é do interesse de Portugal melhorar e criar métodos que conduzam a uma melhor e mais renovável utilização da energia.



Figura 1.2- Variação dos preços do petróleo [2]

Os países industrializados têm um papel decisivo na optimização dos consumos da energia, sendo grandes consumidores cabe-lhes encontrar formas sustentáveis bem como tecnologias para a procura de novas formas de energia.

A conquista de um bom nível de eficiência energética e da utilização de fontes de energia renováveis consegue resultados positivos reflectindo-se na melhoria da competitividade económica do país e numa redução dos gases de efeito de estufa (GEE).

Ainda existe um grande caminho a percorrer para que se possa encontrar o equilíbrio energético e que daí possa advir uma melhor qualidade quer a nível ambiental quer de saúde pública, para que isto aconteça a procura de novas alternativas de energia, uma maior utilização de renováveis e o aumento da eficiência de utilização das energias disponíveis tem de ser o caminho a seguir.

Com todos estes excessos na utilização da energia tem se verificado nas últimas décadas um aumento da temperatura na terra, este fenómeno levanta sérias preocupações, uma vez que as alterações climáticas trazem agregadas a si as catástrofes naturais que quando ocorrem tem graves consequências na economia.

Em todo o mundo, a queima de combustíveis fósseis no ano de 2011 terá sido responsável pela libertação de 34 mil milhões de toneladas de CO₂ para a atmosfera reforçando assim uma tendência de subida [3], é urgente actuar para reduzir estas emissões de CO₂ e para que isso aconteça é obrigatório tomarmos consciência que a nossa dependência energética tem de decrescer.

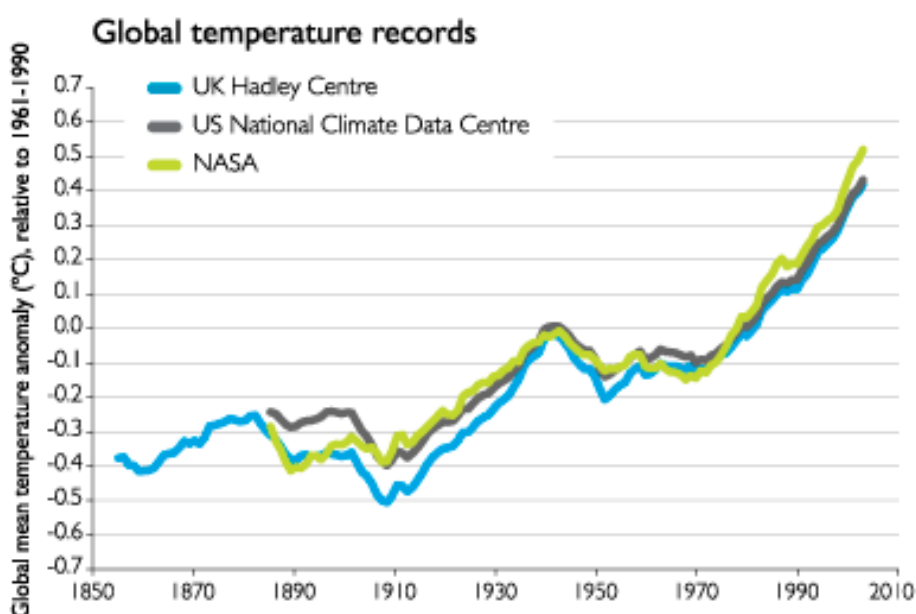


Figura 1.3- Evolução da temperatura do Globo Terrestre [4]

À medida que a degradação ambiental aumentava as Nações Unidas sentem a necessidade de criar medidas que regulassem as emissões de GEE, então a 11 de Dezembro de 1997 na cidade Quito é adoptado um protocolo que tem como objectivo limitar essas mesmas emissões.

O protocolo de Quito entra em vigor a 16 de Fevereiro de 2005 e impõe uma redução em pelo menos 5% de GEE, os países que assinaram o protocolo tiveram de criar medidas e mecanismos para reduzir as suas emissões de forma a cumprirem com as metas acordadas, reduzir os níveis de emissão no período de 2008 – 2012 para os níveis de 1990.

1.2. Relevância do Tema

Com o rápido crescimento da população mundial tem se verificado um aumento do consumo de energia. Este aumento de energia está directamente relacionado com as necessidades à satisfação das pessoas. Um dos sectores onde se verifica esse aumento de energia é no sector dos edifícios de serviços, o que indica a necessidade de actuar de forma a promover a redução de consumos bem como a eficiência energética.

O sector dos edifícios de serviços é responsável por cerca de 40% do consumo da energia final na Europa, em Portugal esse valor cai para 30% que é um valor muito elevado uma vez que a energia tem de ser importada para satisfazer as necessidades, de facto este é um sector que demonstra grandes gastos energéticos é fundamental torna-lo mais eficiente. Estando esse consumo associado em grande parte às necessidades de climatização e iluminação dos edifícios estima-se que de 50% desse consumo possa ser reduzido, podendo vir a representa uma diminuição de 400 milhões de toneladas de CO₂ libertados para a atmosfera.

O sector público tem uma grande responsabilidade na redução dos consumos energéticos, estando o sector em contacto directo com a sociedade cabe-lhes tomar medidas com a finalidade de educar e sensibilizar as pessoas para uma melhor e eficiente utilização da energia, se for adoptada esta atitude será visível os benefícios com impacto directo na factura eléctrica final, promovendo a melhoria económica.

A utilização das energias renováveis é fundamental para que ocorra uma melhoria no sector energético tratando-se de uma energia limpa favorece claramente o utilizador e poupa o futuro das agressões ambientais até agora verificadas.

Apostar neste caminho é obrigatório, porque só assim se conseguem diminuir as necessidades de importação de energia, baixar os encargos financeiros com a energia é aumentar as verbas disponíveis para os países apostarem no seu desenvolvimento.

1.3. Objectivos

O presente estudo tem como objectivo efectuar a simulação dinâmica do edifício das piscinas municipais de Alcobaça utilizando um programa acreditado pela norma ASHRAE 140-2004, com vista á atribuição da classe energética, visa também potenciar e indicar possíveis medidas de melhoria para a redução de consumos energéticos.

Para se obter a classe energética do edifício que se encontra associada ao processo de certificação energética no âmbito de RSECE (Regulamento de Sistemas de Energia e Climatização em Edifícios), é necessário efectuar a simulação real e nominal do modelo.

Importa realçar que para ser possível a simulação é necessário haver um trabalho do ponto de vista da auditoria energética e levantamento de informação. O levantamento de campo incidiu sobre aspectos concretos, nomeadamente:

- Envolvente
- Elementos construtivos
- Iluminação
- Sistemas de AVAC
- Equipamentos
- Ocupação
- Horários

Estes consumidores energéticos, embora importantes, vão entrar como a nossa variável de modo a garantir a calibração do modelo computacional em condições reais.

Numa primeira fase o modelo tridimensional foi criado no programa *DesignBuilder* (DB), que mais não é do que uma interface amigável para o processador de cálculo de cargas térmicas, tendo o modelo sido parametrizado de acordo com a legislação e as informações recolhidas no levantamento de campo, procedeu-se às simulações dinâmicas do edifício com o programa *EnergyPlus*.

O plano de melhorias tem como prioridade a identificação dos pontos críticos, ou seja, os pontos de maior gasto de energia do edifício e actuar de forma a reduzir os consumos energéticos, promovendo assim uma poupança financeira.

Para tal são consultadas empresas especializadas na área de eficiência energética e iluminação, para a apresentação de orçamentos que serão analisados de forma a verificar a viabilidade e rentabilidade da aplicação das medidas de melhoria recomendadas para o edifício em estudo.

1.4. Organização da dissertação

A presente dissertação está estruturada em vários capítulos para além deste introdutório, o capítulo 2 faz uma introdução aos consumos nos edifícios servindo também para enquadrar o tema da dissertação.

No capítulo 3 está descrita de uma forma global a legislação que é necessária cumprir para se poder obter um certificado energético, fazendo também uma breve referência ao método de cálculo utilizados para a obtenção dos valores limite.

No capítulo 4 é explicada a metodologia necessária a um processo de certificação bem como o método de transferência de calor entre superfícies uma vez que vai ser importante compreender como se processam as trocas de calor nos elementos construtivos do edifício.

No capítulo 5 é descrita a estrutura do edifício bem como todos os elementos ligados ao funcionamento do mesmo, é feita também uma análise aos consumos energéticos para compreender melhor o seu funcionamento.

O capítulo 6 trata o processo necessário para a simulação real e nominal, é feita uma introdução ao programa utilizado e uma breve descrição de como foi construído o modelo de simulação, bem como exibidos alguns dos principais dados implementados.

No capítulo 7 são estudadas medidas de melhoria com vista à poupança energética e consequente poupança financeira.

No capítulo 8 são feitas as principais análises e conclusões desta dissertação.

CAPÍTULO 2 – CONSUMO DE ENERGIA NOS EDIFÍCIOS

2.1. Consumo de energia numa economia globalizada

Com o aumento da população nomeadamente nos países do ocidente houve uma necessidade de aumentar a produtividade, os países mais industrializados como forma de combater a escassez face à procura sentiram a necessidade de criar novas linhas de produção que fizeram disparar os consumos de energia, com um claro prejuízo para o ambiente e para os recursos energéticos.

Os países emergentes são os que mais contribuíram para o aumento do consumo de energia, a China por exemplo registou um aumento de 11,2% no consumo de energia em 2010, ultrapassando os Estados Unidos, cujo aumento foi de 3,7%. A China foi responsável, sozinha, por 1/5 de toda a energia consumida no mundo.

O consumo mundial de energia segue de perto a distribuição do consumo de petróleo, o chamado mundo Ocidental, América do Norte e Europa são responsáveis por mais de metade do consumo apesar de representarem pouco mais de 10% da população [5].

Face a todo este crescimento é sentida a necessidade de alterar as políticas de desenvolvimento, os países através do investimento financeiro tentam assegurar melhores condições de vida para as gerações futuras criando plataformas de sustentabilidade que promovem uma melhor relação entre as políticas energéticas e as políticas de actividade económica.

Assim um país que busca o desenvolvimento tem de começar por racionalizar bem a sua energia, o sector energético quando bem gerido pode ser uma mola impulsora da economia já que é um dos bens mais preciosos da vida moderna.

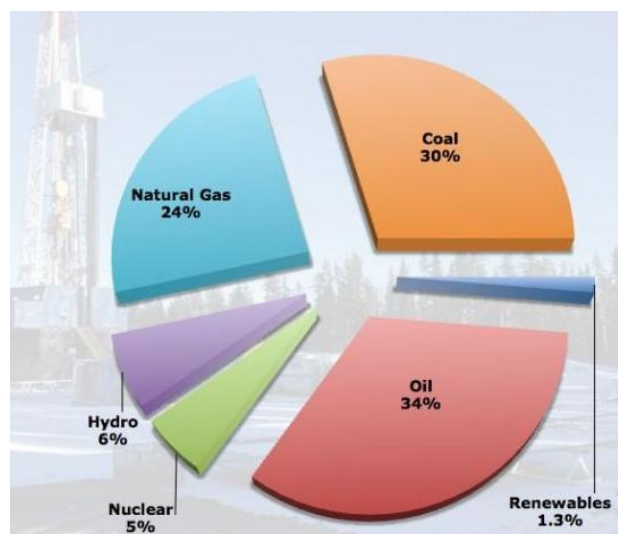


Figura 2.1- Distribuição mundial da energia em 2007 [6].

Podemos constatar que grande parte da energia final é obtida através de combustíveis fósseis. O paradigma de produção desta energia baseia-se na queima desses combustíveis, o que causa graves preocupações em termos de emissões de GEE.

A nível internacional, ao abrigo do Protocolo de Quioto e do compromisso comunitário de partilha de responsabilidades, Portugal assumiu o compromisso de limitar o aumento das suas emissões de GEE em 27% no período de 2008-2012 relativamente aos valores de 1990. [7]

2.2. Consumo de energia nos edifícios.

A Eficiência Energética nos Edifícios de serviços, está relacionada directamente com a Utilização Racional da Energia (URE). De acordo com dados do início da década de 2000, existem em Portugal mais de 3,3 milhões de edifícios, que representavam cerca de 22% do consumo da energia final.

Na última década o sector dos edifícios de serviços foi um dos que mais cresceu em consumos energéticos, cerca de 7,1%. Este sector é um dos principais responsáveis pelo acentuado crescimento do consumo em energia eléctrica, que entre os anos 1980 e 1999 aumentou de 19% para 31%. Existe uma grande heterogeneidade no sector dos serviços, que vai desde pequena loja até um grande hotel ou grande superfície, assim como, dentro da mesma categoria, existem unidades eficientes e outras que são grandes consumidoras de energia.

Tendo em conta esta diferenciação, é necessário separar o sector em tipos de edifícios, dos quais os mais significativos (em termos de consumos específicos) são os restaurantes, hotéis, hipermercados, supermercados, piscinas, hospitais e escritórios, os que mais energia consomem.

No sector dos edifícios de serviços o que apresenta um maior consumo específico em energia é o da restauração, com valores perto dos 800 kWh/m² [8], seguindo-se logo atrás os edifícios destinados a Piscinas e Hipermercados, com perto de 460 kWh/m² e 320 kWh/m².

Uma das principais causas destes elevados consumos são as necessidades que os edifícios tem de aquecimento e arrefecimentos, bem como todos os equipamentos associados (bombas circuladoras ventiladores etc.), a iluminação também é um dos principais consumidores que em muitos dos casos o perfil de iluminação utilizado não beneficia em nada a eficiência energética, tal como a quantidade e potências.

CONSUMO TOTAL DE ENERGIA FINAL POR SECTOR DE ACTIVIDADE (ktep)

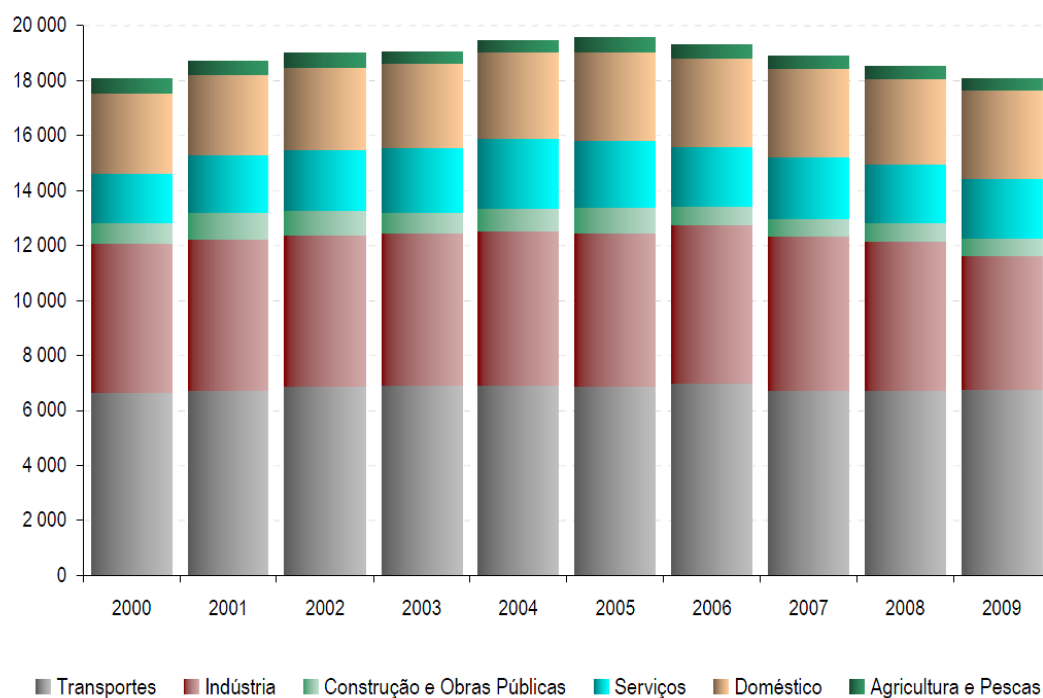


Figura 2.2- Consumo de energia final por sector [9].

2.3. Eficiência energética

Portugal é um país que apresenta níveis consideráveis de recursos endógenos para a produção de energia. Sendo um dos Estado-Membro da UE, é também dependente de recursos energéticos fósseis, cerca de 87,2% [10]. Esta dependência deve-se não só ao facto da inexistência de recursos energéticos, mas também ao elevado nível de ineficiência e desperdícios verificados dos diversos sectores.

É necessário combater tão elevada dependência energética, onde toda a documentação é baseada na legislação existente a nível europeu, para desta forma se conseguir respeitar os diversos compromissos comunitários e contribuir para o desenvolvimento de Portugal.

A 4 de Novembro de 2004 surge na sequência da reunião do Conselho de Ministros de 19 Agosto do mesmo ano o “Programa para reduzir a dependência de Portugal face ao Petróleo” [11]. O presente programa tem como principais objectivos, diminuir a intensidade energética de Portugal até 20%, e reduzir a sua dependência do petróleo igualmente em cerca de 20%.

Relativamente à eficiência na utilização da energia o Parlamento Europeu cria uma Directiva n.º 2006/32/CE que obriga todos os estados membros a reduzir os seus consumos de energia em pelo menos 1% por ano até 2016.

Na sequência da Directiva Portugal e a fim de mudar a sua política energética é aprovado pelo Conselho de Ministros o Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE) – Portugal Eficiência 2015, este documento tem como objectivo regular as formas do consumo energético bem como potencializar poupanças económicas que permitam atingir os objectivos impostos pelo Parlamento Europeu.

O PNAEE e devido a estes sectores serem os mais problemáticos recai na sua predominância sobre transportes, residencial e serviços, indústria e estado. É através deste documento que se vai tentar mudar comportamentos e mentalidades, para que haja uma vontade generalizada de tornar estes sectores mais eficientes, como forma de estímulo à mudança está previsto incentivos financeiros e fiscais para quem implementar as medidas existentes no PNAEE.

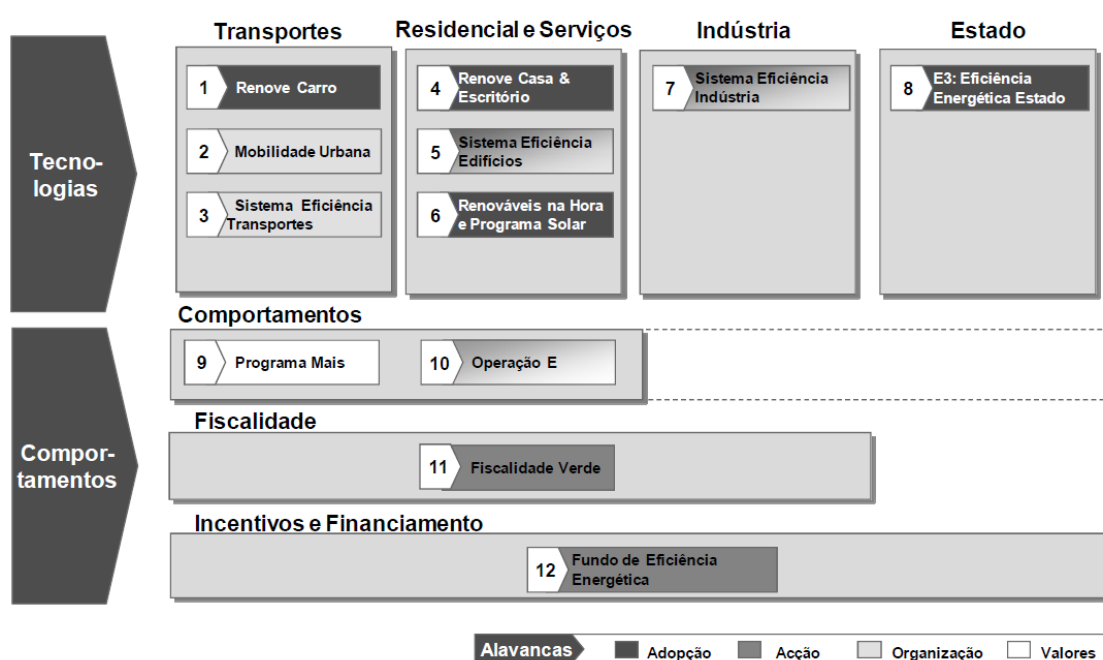


Figura 2.3- Plano de acção para a eficiência energética [12].

A área Residencial e Serviços integram três grandes programas de eficiência energética: *Programa Renove Casa*, no qual são definidas várias medidas relacionadas com eficiência energética na iluminação, electrodomésticos, electrónica de consumo e reabilitação de espaços. *Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios*, que agrupa as medidas que resultam do processo de certificação energética nos edifícios, num programa que inclui diversas medidas de eficiência energética nos edifícios, nomeadamente isolamentos, melhoria de vãos envidraçados e sistemas energéticos.

Programa Renováveis na Hora, que é orientado para o aumento da penetração de energias endógenas nos sectores residencial e serviços [12].

Está previsto que a execução deste programa atinja uma poupança energética na ordem dos 1792 milhares de toneladas equivalentes de petróleo (tep) no ano de 2015, ou seja uma poupança energética de

9,8% na área residencial e serviços, o que supera as metas estabelecidas pelo Parlamento Europeu e pelo Conselho, de 5 de Abril de 2006.

Se o PNAEE for cumprido e as medidas aplicadas aos sectores referidos anteriormente conduzirá a uma poupança específica eléctrica em 2015 de 4.777 GWh [12], equivalente a uma redução de 7 % do consumo eléctrico nacional, caso contrário e se não actuarmos nestes sectores o consumo irá aumentar não havendo eficiência energética o que terá uma consequência negativa para a economia e um descontrolo nos consumos energéticos.

CAPÍTULO 3 - LEGISLAÇÃO

A Directiva nº 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro, relativa ao desempenho energético dos edifícios, estabelece que os Estados membros da União Europeia devem implementar um sistema de certificação energética de forma a informar o cidadão sobre a qualidade térmica dos edifícios, aquando da construção, da venda ou do arrendamento dos mesmos, exigindo também que o sistema de certificação abranja igualmente todos os grandes edifícios públicos e edifícios frequentemente visitados pelo público [13].

Neste âmbito foram criados no nosso país, novos regulamentos para os sistemas energéticos e de climatização nos edifícios (RSECE), e para as características de comportamento térmico dos edifícios (RCCTE), bem como a criação do sistema de certificação energética e qualidade do ar interior dos edifícios (SCE).

3.1. Legislação Sobre Consumos Energéticos

O actual Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) aprovado no decreto-lei 79/2006 de 4 de Abril surge na sequência da criação do Sistema de Certificação de Edifícios (SCE) que inclui ainda o Regulamento das Características do Comportamento Térmico em Edifícios (RCCTE), estes surgem da tomada de consciência do impacto energético e económico dos edifícios, nomeadamente de serviços no mundo actual, tornou-se urgente criar imposições que conduzissem à poupança energética.

A legislação sobre o consumo energético de edifícios tornou-se realidade numa época em que havia já, na sociedade nacional e internacional, uma consciência profunda do impacto energético dos mesmos, isto associado à crescente instabilidade de preços dos combustíveis fósseis e a necessidade de reduzir os poluentes com efeito de estufa. Neste sentido tornou-se fundamental renovar uma base legislativa que obrigasse a cumprir certos critérios, de modo a implementar nos edifícios medidas de racionalização de energia, incentivando a poupança dos proprietários e ocupantes e dotando o edifício, sempre que possível, de métodos de produção descentralizada da sua própria energia. Surge assim o processo de certificação energética, para grandes edifícios de serviços (RSECE), no qual se insere o edifício alvo deste estudo.

A certificação energética tem portanto como principais objectivos melhorar a eficiência energética dos edifícios, definir requisitos de conforto térmico e de higiene dos espaços interiores de acordo com a sua utilização e garantir uma boa qualidade do ar interior, salvaguardando os ocupantes.

De acordo com o nº 1 do Artigo 2º do RSECE, este regulamento aplica-se a:

a) Grandes edifícios ou fracções autónomas de serviços, existentes¹ e novos² com área útil superior a 1.000 m², ou no caso de edifícios do tipo centros comerciais, supermercados, hipermercados e piscinas aquecidas cobertas, com área superior a 500 m² (GES);

b) Novos e existentes pequenos edifícios ou fracções autónomas de serviços com sistemas de climatização com potência instalada superior a 25 kW (PEScC);

c) Novos edifícios de habitação ou cada uma das suas fracções autónomas com sistemas de climatização com potência instalada superior a 25 kW (HcC);

d) Novos sistemas de climatização a instalar em edifícios ou fracções autónomas existentes, de serviços ou de habitação, com potência instalada igual ou superior a 25 kW em qualquer tipologia de edifícios;

e) Grandes intervenções³ de reabilitações relacionadas com a envolvente, as instalações mecânicas de climatização ou os demais sistemas energéticos dos edifícios de serviços;

f) Ampliação dos edifícios existentes em que a intervenção não atinja o limiar definido para ser considerada uma grande intervenção de reabilitação.

3.2. Vertentes do processo de certificação num edifício de serviços

De forma genérica e considerando um edifício de serviços genérico é necessário avaliar previamente alguns tópicos chave, nomeadamente a propriedade, o sistema de climatização (centralizado ou não), área do edifício e a data do pedido de licenciamento. Todas estas informações cruzadas vão permitir identificar se estamos perante uma avaliação no âmbito do RCCTE (mais vocacionado para os edifícios de habitação) ou RSECE, um certificado energético (CE) uma declaração de conformidade regulamentar (DCR), ou definir o nº de certificados a serem emitidos. Esta informação pode ser consultada mais detalhadamente nas Perguntas e Respostas sobre o RSECE – Energia.

Num processo de emissão de um certificado energético de um edifício ao abrigo do RSECE, podemos identificar três grupos fundamentais de análise, a saber:

- Energia
- Manutenção
- Qualidade do Ar Interior

Cada um destes grupos vai obrigar ao cumprimento de determinados requisitos impostos pelo regulamento (RSECE), todos eles contemplados no certificado energético, de modo a dar informação aos ocupantes e potenciais compradores do edifício das características do mesmo e da sua situação regulamentar ou não.

¹Edifícios Existentes – Projecto de licenciamento das instalações mecânica de climatização anterior a 04/06/2006.

²Edifícios Novos – Projecto de licenciamento das instalações mecânicas de climatização posterior a 04/06/2006.

³Considera-se uma grande intervenção quando o custo seja superior a 25% do valor do edifício.

3.3. Classificação Energética

A classe energética para os edifícios ou fracções de edifícios é determinada através da razão $R=N_{tc}/N_t$, onde N_{tc} corresponde ao valor das necessidades anuais globais estimadas de energia primária para climatização e águas quentes, e N_t corresponde ao valor limite máximo regulamentar para as necessidades anuais globais de energia primária para climatização e águas quentes [14].

No caso dos novos edifícios ou fracções de novos edifícios que, o valor de N_{tc} é determinado de acordo com as metodologias definidas para o efeito no Decreto -Lei 80/2006 de 4 de Abril, não podendo, por isso, o valor de R ser superior a 1. Para estes casos, os valores de N_t são determinados de acordo com o definido para o efeito no artigo 15º do Decreto -Lei 80/2006 de 4 de Abril [14].

Para o caso de edifícios existentes ou fracções de edifícios existentes, que é o caso em estudo, a determinação do valor de N_{tc} que irá definir a respectiva classificação energética poderá ser efectuado de acordo com as metodologias estabelecidas no Decreto -Lei 80/2006, de 4 de Abril, ou, por opção do respectivo perito qualificado e nos casos em que seja aplicável, de acordo com as simplificações estabelecidas em nota técnica ou informativa a publicar pela ADENE, no seu sítio da internet, num prazo de 45 dias a contar da data de publicação do presente despacho. Nestes casos, o cálculo de N_t , será efectuado de acordo com o definido no artigo 15º do Decreto -Lei 80/2006 de 4 de Abril, tendo em conta eventuais adaptações ou simplificações previstas na nota técnica ou informativa acima mencionada [14].

A escala de classificação energética dos edifícios ou fracções autónomas de edifícios referidos anteriormente será composta por 9 classes, em coerência com o previsto na norma EN 15217, correspondendo a cada classe um intervalo de valores de R .

Determinação de R :

Com os valores finais de N_{ic} e valor de N_t é calculado um quociente desses dois valores e obtém-se o valor desse quociente que é definido por R .

Onde:

(1)

$$R = \frac{N_{tc}}{N_t}$$

N_{ic} - Necessidades anuais globais estimadas de energia primária para aquecimento (N_{ic}), arrefecimento (N_{vc}) e AQS (N_{ac});

N_t - Valor limite das considerações do regulamento.

Sendo que:

(2)

$$N_{tc} = 0,1 \left(\frac{N_{ic}}{\eta_i} \right) F_{pui} + 0,1 \left(\frac{N_{vc}}{\eta_v} \right) F_{puv} + N_{ac} F_{pua} \text{ (kgep/m}^2\text{.ano)}$$

(3)

$$N_t = 0,9(0,01N_i + 0,01N_v + 0,15N_a) \text{ (kgep/m}^2\text{.ano)}$$

η_i , η_v – Valores da eficiência nominal dos equipamentos utilizados para os sistemas de aquecimento e arrefecimento;

F_{pui} , F_{puv} , F_{pua} – Factores de conversão entre energia útil e energia primária;

N_i – Valor limite das necessidades nominais de energia útil para aquecimento;

N_v – Valor limite das necessidades nominais de energia útil para arrefecimento;

N_a – Valor limite das necessidades de energia para preparação das águas quentes sanitárias;

Classe Energética	Valor de R
A+	$R \leq 0,25$
A	$0,25 < R \leq 0,50$
B	$0,50 < R \leq 0,75$
B-	$0,75 < R \leq 1,00$
C	$1,00 < R \leq 1,50$
D	$1,50 < R \leq 2,00$
E	$2,00 < R \leq 2,50$
F	$2,50 < R \leq 3,00$
G	$R > 3,00$

Tabela 3.1- Escala da classificação energética [14].

A classe energética para edifícios ou fracções autónomas de edifícios, tanto novos como existentes, é determinada com base nas seguintes variáveis:

a) Valor do indicador de eficiência energética obtido na base dos padrões nominais de utilização definidos no Anexo XV do Decreto – Lei 79/2006 de 4 de Abril (IEE nom) e calculado de acordo com o previsto no anexo IX do mesmo decreto;

b) Valor do indicador de eficiência energética de referência para edifícios novos (IEE ref, novos), conforme definido no Anexo XI do Decreto -Lei 79/2006 de 4 de Abril;

c) Valor do parâmetro S, conforme definido no Anexo IV do presente despacho.

A conjugação das variáveis referidas no ponto anterior para determinação da classe energética deverá ser feita com recurso à tabela apresentada de seguida, sendo a classe a atribuir aquela que corresponder à condição verdadeira verificada numa escala de 9 classes possíveis [14].

Classe Energética	Condição a verificar
A +	$IEE_{nom} \leq IEE_{ref,novos} - 0,75 \times S$
A	$IEE_{ref,novos} - 0,75 \times S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref,novos} - 0,50 \times S$
B	$IEE_{ref,novos} - 0,50 \times S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref,novos} - 0,25 \times S$
B -	$IEE_{ref,novos} - 0,25 \times S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref,novos}$
C	$IEE_{ref,novos} < IEE_{nom} \leq IEE_{ref,novos} + 0,50 \times S$
D	$IEE_{ref,novos} + 0,50 \times S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref,novos} + 1,00 \times S$
E	$IEE_{ref,novos} + 1,00 \times S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref,novos} + 1,50 \times S$
F	$IEE_{ref,novos} + 1,50 \times S < IEE_{nom} \leq IEE_{ref,novos} + 2,00 \times S$
G	$IEE_{ref,novos} + 2,00 \times S < IEE_{nom}$

Tabela 3.2- Condições para atribuição da classe energética [14].

Com base nos consumos energéticos e na área útil total do edifício é possível calcular o Índice de Eficiência Energética (IEE) do edifício em estudo e verificar se este se encontra dentro dos parâmetros regulamentares. O IEE pode ser calculado por diversos métodos, podendo no caso de edifícios existentes ser obtido a partir da razão entre a energia realmente consumida e a área de pavimento que permite definir o valor IEE real facturas. Este valor serve para a verificação simplificada do cumprimento do requisito energético em edifícios existentes e da necessidade ou não de um Plano de Racionalização de Energia (PRE) não sendo necessário o PRE se o valor determinado for inferior ao valor de referência para os edifícios existentes (RSECE, 2006). Este valor não serve no entanto para a classificação energética do edifício que tem de ser obtido a partir do valor calculado por simulação dinâmica com perfis de utilização nominais com correcção climática sendo designado por IEE nom. Este valor é calculado para edifícios novos a partir dos dados de projecto e das condições nominais. No caso de edifícios existentes, como o caso em estudo efectua-se antes uma simulação dinâmica em condições reais de utilização e tem de se verificar que os consumos de energia calculados apresentam um desvio inferior a 10% em relação aos consumos observados. O Índice de Eficiência Energética calculado nestas condições é o IEE real simulação.

O cálculo é feito dividindo o valor médio de consumo energético em kgep, pela área total útil do edificio, em m².

O IEE é calculado pela seguinte fórmula:

(4)

$$IEE = IEE_l + IEE_v + \frac{Q_{out}}{Ap}$$

Em que:

IEE – Indicador de eficiência energética (kgep/m².ano);

IEE_I – Indicador de eficiência energética de aquecimento (kgep/m².ano);

IEE_V – Indicador de eficiência energética de arrefecimento (kgep/m².ano);

Q_{out} – consumo de energia não ligado aos processos de aquecimento (kgep/ano);

A_p – Área útil de pavimento (m²).

Por sua vez

(5)

(6)

$$IEE_I = \frac{Q_{aq}}{A_p} \times F_{CI} \quad \text{e} \quad IEE_V = \frac{Q_{aqarr}}{A_p} \times F_{CV}$$

Em que:

Q_{aq} – Consumo de energia de aquecimento (kgep/ano);

F_{CI} – Factor de correcção do consumo de energia de aquecimento;

Q_{arr} – Consumo de energia de arrefecimento (kgep/ano);

F_{CV} – Factor de correcção do consumo de energia de arrefecimento;

Para o cálculo dos factores de correcção do consumo de energia de aquecimento e de arrefecimento (F_{CI} e F_{CV}), adopta-se, como região climática de referência, a região I1 – V1 norte, 1000 graus – dia de aquecimento e 160 dias de duração da estação de arrefecimento.

Correcção da energia de aquecimento (F_{CI}):

(7)

$$F_{CI} = \frac{N_{I1}}{N_{Ii}}$$

Em que:

N_{I1} – Necessidades máximas de aquecimento permitidas pelo RCCTE, calculadas para o edifício em estudo, como se estivesse localizado na zona de referência I1 (kWh/m².ano);

N_{Ii} – Necessidades máximas de aquecimento permitidas pelo RCCTE, calculadas para o edifício em estudo, na zona onde está localizado o edifício (kWh/m².ano);

Correcção da energia de arrefecimento (F_{CV}):

(8)

$$F_{CV} = \frac{N_{V1}}{N_{Vi}}$$

Em que:

N_{V1} – Necessidades máximas de arrefecimento permitidas pelo RCCTE, calculadas para o edifício em estudo, como se estivesse localizado na zona de referência I1- V1 (kWh/m².ano);

N_{Vi} – Necessidades máximas de aquecimento permitidas pelo RCCTE, calculadas para o edifício em estudo, na zona onde está localizado o edifício (kWh/m².ano);

Os valores dos factores de conversão têm em conta as diferenças de necessidades de aquecimento ou de arrefecimento derivadas de severidade do clima, corrigidas pelo grau de exigência na qualidade de envolvente aplicável a cada zona climática, mesmo que o edifício não esteja sujeito às exigências do RCCTE [15].

Na tabela seguinte podemos ver os vários tipos de IEE (Indicador de Eficiência Energética), como se determinam e qual a sua aplicação

Tipo IEE	Designação	Como se determina?	Para que serve?
IEE _{real, facturas}	IEE real obtido pelas facturas	Por análise simples das facturas energéticas (últimos 3 anos de registos), sem correcção climática	<ul style="list-style-type: none"> Verificação simplificada do cumprimento do requisito energético em edifícios existentes e da necessidade ou não de um PRE*
IEE _{real, simulação}	IEE real obtido por simulação	Por simulação dinâmica, utilizando os perfis reais previstos ou determinados em auditoria, com correcção climática	<ul style="list-style-type: none"> Para efeitos da 1ª auditoria de edifícios novos (ao fim do terceiro ano de funcionamento) Verificação detalhada do cumprimento do requisito energético em edifícios existentes e da necessidade ou não de um PRE*
IEE _{nom}	IEE nominal	Por simulação dinâmica, utilizando os perfis padrão do Anexo XV, com correcção climática	<ul style="list-style-type: none"> Verificação do cumprimento do requisito energético em edifícios novos Classificação energética do edifício (tanto novos como existentes) Verificação detalhada do cumprimento do requisito energético em edifícios existentes e da necessidade ou não de um PRE*
IEE _{ref, novo}	IEE de referência limite para edifícios novos	Definido no Anexo XI	<ul style="list-style-type: none"> Verificação do cumprimento do requisito energético em edifícios novos Referência para classificação energética
IEE _{ref, exist}	IEE de referência limite para edif. existentes	Definido no Anexo X	<ul style="list-style-type: none"> Verificação simplificada e detalhada do cumprimento do requisito energético em edifícios existentes e da necessidade ou não de um PRE*

* Plano Racional de Energia

Tabela 3.3- Tipos de IEE existentes [16].

O Plano de Racionalização Energética (PRE) é um conjunto de medidas de racionalização energética, para a redução de consumos ou de custos de energia, elaborado na sequência de uma auditoria energética, organizado e seriado com base da sua exequibilidade e da sua viabilidade económica.

A obrigatoriedade de elaborar, submeter à DGEG e implementar um PRE surge como consequência de auditoria em que se verifica que o valor de IEE do edifício é superior ao respectivo valor limite aplicável. As medidas que constem no PRE que tenham um PRS (período de retorno simples) inferior a 8 anos, determinado por simulação energética (ou por outro método) para as condições reais de funcionamento do edifício, são de execução obrigatória num prazo até 3 anos após a data de emissão do certificado energético [16].

3.4. Simulação dinâmica – Norma ASHRAE 140- 2004

Este trabalho incidirá também sobre o procedimento associado à vertente da energia, que correspondente à simulação dinâmica do edifício, mais especificamente à simulação em condições nominais e reais.

A simulação dinâmica é um método de análise computacional do perfil e consumos energéticos do edifício. O anexo VIII do RSECE define os aspectos que este tipo de modelo computacional deve incluir, nomeadamente as características da envolvente do edifício, o ficheiro climático de acordo com a zona, sistemas de climatização, ventilação iluminação etc.

Esta fase do processo de certificação energética pressupõe a existência prévia de um levantamento de campo exaustivo do ponto de vista da envolvente, iluminação, equipamentos, sistemas de climatização e tratamento de ar, ocupação, horários de funcionamento bem como de algumas medições nomeadamente de ar novo e eficiências de equipamentos de climatização entre outros.

A simulação dinâmica do edifício pode ser de modo sucinto decomposta em duas partes: simulação real e simulação nominal. A simulação em condições reais tem como objectivo a calibração do modelo computacional através da comparação entre os consumos energéticos reais, discriminados em facturas ou obtidos através de medições aos quadros eléctricos do edifício, com os consumos obtidos numericamente, o modelo é validado sempre que a diferença entre eles seja inferior ou igual a 10%. Isto implica que haja uma parametrização do modelo computacional do edifício com todas as informações obtidas nos levantamentos, devendo o levantamento ser o mais exaustivo possível de modo a que se consiga obter um modelo realista.

Nesta fase é necessário proceder à escolha do programa que de acordo com a legislação que tem de estar acreditado pela norma ASHRAE 140-2004.

A ASHRAE implementou um programa rigoroso de testes e validação de resultados obtidos através dos diversos programas, de modo a avaliar a precisão de cada um, identificando diferenças nos resultados obtidos resultantes dos diferentes algoritmos envolvidos, limitações e erros de código. Na sequência deste programa de testes e validação de resultados, surgiu a lista de programas acreditados que se apresenta na tabela 3.3.

Programas	Organizações Responsáveis
<i>Blast</i>	<i>CERL- U.S.Army Construction Engineering Research Laboratories, USA</i>
<i>DOE-2</i>	<i>LANL- Los Alamos National Laboratory, USA</i> <i>LBNL- Lawrence Berkeley National Laboratory, USA</i> <i>James J. Hirsch & Associates, USA</i>
<i>ESP</i>	<i>Strathclyde University, GB</i>
<i>SRES/SUN</i>	<i>NREL- National Renewable Energy Laboratory, USA</i> <i>Ecotope, USA</i>
<i>SRES/BRE</i>	<i>NREL- National Renewable Energy Laboratory, USA</i> <i>BRE - Building Research Establishment, GB</i>
<i>S3PAS</i>	<i>Universidade de Sevilha, Espanha</i>
<i>TASE</i>	<i>Tampere University, Finlândia</i>
<i>TRNSYS</i>	<i>University of Wisconsin, USA</i>
<i>TRNSYS/TUD</i>	<i>University of Wisconsin, USA</i> <i>Technische Universität Dresden, Alemanha</i>
<i>CA-SIS</i>	<i>Electricité de France, França</i>
<i>CLIM2000</i>	<i>Electricité de France, França</i>
<i>ENERGYPLUS</i>	<i>LBNL - Lawrence Berkeley National Laboratory, USA</i> <i>UIUC - University of Illinois Urbana/ Champaign, USA</i> <i>CERL- U.S.Army Construction Engineering Research Laboratories, USA</i> <i>OSU-Oklahoma State University, USA</i> <i>GARD Analytics, USA</i> <i>FSEC - University of Central Florida, Florida Solar Energy Center, USA</i> <i>DOE-OBT Department of Energy, Office of Building Technology, USA</i>

Tabela 1.4- Programas de simulação dinâmica acreditados pela norma ASHRAE 140-2004

De todos os programas disponíveis o escolhido para este estudo é aquele que mais se enquadra é o *EnergyPlus* é uma ferramenta de avaliação do desempenho térmico de edifícios concebido para modelar o aquecimento, arrefecimento, iluminação, ventilação e consumos energéticos globais. Esta ferramenta gratuita surgiu com base em dois programas existentes, BLAST1 e DOE-2, desenvolvidos pelo DOE (Department of Energy) em colaboração com diversos investigadores de vários países tendo sido desenvolvido em código aberto. Em relação a outras ferramentas disponíveis este programa destaca-se pelo rigor da modelação da geometria do edifício, sistemas de AVAC e pela possibilidade de integração de modelos que facilitam os estudos e a optimização energética. Este software não possui um interface de fácil utilização foi criado com o objectivo de tornar disponível à comunidade científica uma forte base de cálculo que seja adaptável a interfaces desenvolvidos por terceiros. Estes softwares integrados terão por sua vez os seus próprios objectivos específicos e cujos princípios de cálculo se baseiam no software E+.

As razões pelo qual não foi escolhido outro programa consiste na impossibilidade de uma modelação a três dimensões, esta visualização torna-se muito útil para a verificação da construção, da envolvente e permite uma maior aproximação à realidade outra razão prende-se pela dificuldade da caracterização da envolvente nos outros programas nomeadamente na atribuição das características dos envidraçados.

CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA PARA CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA

4.1. Método Necessário num Processo de Certificação Energética

A certificação energética e da qualidade do ar interior como é conhecida tem vindo a crescer ao longo do tempo não só porque a lei a obriga mas porque cada vez mais existe uma consciencialização que é necessário reduzir consumos energéticos, todo este processo obedece a um método que tem como objectivo atribuir uma classe energética que está directamente relacionada com o consumo do edifício.

Se pretender vender ou arrendar um imóvel, é obrigatório ter um certificado energético do mesmo. É um documento sem o qual é impossível fazer a escritura de imóveis ou o arrendamento do mesmo através de contrato.

Só quem está habilitado a fazer certificação são os peritos qualificados e a entidade que regula este sector é a Agência para a Energia – ADENE.

4.1.1 Documentos Necessários ao Processo de Certificação

Para dar início a um processo de certificação é necessário o proprietário do imóvel ter disponíveis determinados documentos que são identificados de seguida.

➤ Planta de arquitectura do edifício e ou Planta de AVAC

A planta de arquitectura tem como finalidade ajudar a compreender a disposição do edifício como também é um importante documento na ajuda à determinação das áreas, por norma as plantas de arquitectura são fornecidas em AutoCad. A planta de AVAC terá uma maior utilidade no processo de QAI.

➤ Caderneta predial

Documento emitido pelo Serviço de Finanças da zona do imóvel, que comprova a inscrição do imóvel na matriz através de um artigo matricial e identifica a localização do imóvel, a sua composição, área, proprietário e o valor patrimonial tributável.

Para se poder efectuar um registo na conservatória do Registo Predial é solicitada a apresentação da caderneta predial actualizada pelo Serviço de Finanças.

➤ Registo predial

O registo predial destina-se essencialmente a dar publicidade à situação jurídica dos prédios, tendo em vista a segurança do comércio jurídico imobiliário.

Por outras palavras, é através da informação disponibilizada pelo registo (com interesse designadamente para quem vai comprar) que poderá ficar a saber qual a composição de determinado prédio, a quem pertence, que tipo de encargos (hipotecas, penhoras, etc.)

➤ Plano de manutenção

A manutenção pode ser definida como o conjunto de actividades e recursos aplicados aos sistemas e equipamentos, visando garantir a continuidade da sua função dentro de parâmetros de disponibilidade, de qualidade, de prazo, de custos e de vida útil adequados.

Os principais tipos de manutenção são a preventiva e a correctiva, sempre que houver alterações nestes campos devem de ser registadas no plano de manutenção para que em intervenções futuras seja conhecido o historial do equipamento, cabendo aos técnicos responsáveis esse cuidado.

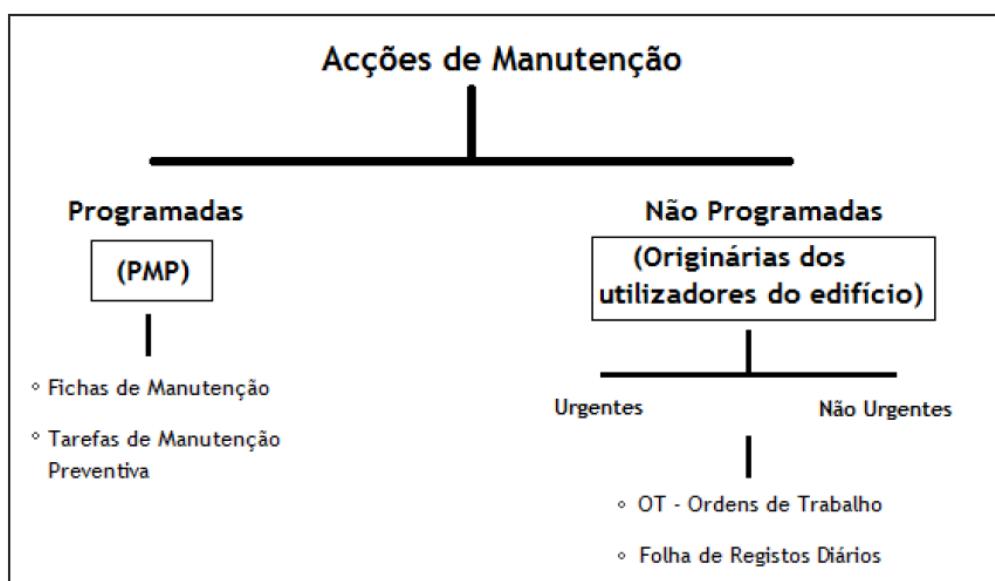


Figura 4.1- Tipos de acções de manutenção

Num processo de certificação energética para edifícios a existência de um plano de manutenção da instalação é obrigatório em que dele deve constar o alvará actualizado da empresa prestadora do serviço e os documentos que comprovam as credencias dos técnicos qualificados.

- Técnico responsável pelo funcionamento (TRF)
- Técnico de instalação e manutenção de sistemas de climatização (TIM)
- Técnico da qualidade do ar interior (TQAI)

O TRF é responsável pelo bom funcionamento dos sistemas energéticos de climatização, incluindo a sua manutenção, e pela QAI, bem como pela gestão da respectiva informação técnica. Estes técnicos são indicados pelo proprietário, pelo locatário, ou pelo usufrutuário ao organismo responsável pelo sistema de certificação energética (SCE). O proprietário promove a afixação no edifício ou fracção autónoma, com carácter de permanência, da identificação do técnico responsável, em local acessível e bem visível.

A montagem e manutenção dos sistemas de climatização e de QAI são acompanhadas por um TIM II, no caso de sistemas até 100 kW, ou por um TIM III, no caso de sistemas com mais de 100 kW e por um TQAI, ou por um técnico que combine ambas as valências.

➤ Facturas

As facturas energéticas do edifício serão importantes para a validação do modelo computacional desta forma terão de ser facultadas pelo proprietário facturas no máximo até três anos e com o registo anual completo.

4.1.2 Método para a Auditoria ao Edifício

Após concluída a recolha dos documentos necessários à certificação e verificada a veracidade dos mesmos dá-se início à auditoria energética.

Na auditoria energética o que é pretendido é que se faça uma identificação de todos os equipamentos, iluminação, pé direito, características das envolventes e medições quer ao nível da energia quer da qualidade do ar interior.

Para isso é necessário analisarmos todos os compartimentos do edifício e verificar se existem equipamentos associados se estiverem é necessário registar esses equipamentos e respectiva potência, bem como a iluminação existente nesse espaço o tipo e a respectiva potência. Esta etapa é bastante importante uma vez que daqui surgem as densidades reais de equipamentos (W/m^2) e iluminação (W/m^2) que serão introduzidas no programa de simulação dinâmica. Também é fundamental registar o pé direito uma vez que vai ser necessário o volume para o cálculo do factor de forma.

As envolventes ou seja os elementos de construção do edifício, paredes exteriores e interiores, coberturas exteriores e interiores e pavimentos exteriores e interiores, devem de estar registados ou na planta de arquitectura ou num registo construtivo para que seja possível identificar os elementos que os constituem para ser calculado o coeficiente de transmissão térmica ($\text{W/m}^2 \text{ K}$).

Caso não haja a discriminação dos elementos construtivos o processo de certificação faz-se valer de um documento de apoio, que é a nota técnica onde através das espessuras é atribuído um coeficiente de transmissão térmica ($\text{W/m}^2 \text{ K}$), daí ser necessário registar as espessuras das paredes exteriores e interiores recorrendo normalmente a uma fita métrica convencional ou um laser electrónico isto para as paredes.

Para as coberturas e pavimentos a nota técnica apenas faz distinção do material construtivo e fluxo se é descendente ou ascendente.

Com o levantamento das envolventes terminado, com os valores de transmissão térmica identificados e para terminar o trabalho de campo passa-se às medições de energia e QAI.

As medições de energia tem como objectivo fazer um registo real dos consumos existentes no edifício para serem comparados com as simulações e também para identificar os pontos e horários críticos de consumo, os aparelhos utilizados devem de ser calibrados para se obter uma melhor precisão nas medições.

As medições da qualidade do ar interior (QAI) são bastante importantes, este procedimento é utilizado para edifícios de serviços dotados de sistema de climatização com potência superior a 25 KW. Para a emissão de um certificado energético o edifício terá de obedecer a valores limite da qualidade do ar interior ou seja poluentes químicos e microbiológicos.

Este procedimento assenta em dois pontos fundamentais:

- Amostragem e medição da concentração de todos os poluentes definidos no DL n.º 79/2006;
- Avaliação das condições de higiene, manutenção e da capacidade de filtragem dos sistemas de AVAC.

Os valores máximos de referência considerados para a qualidade do ar interior são os verificados na tabela seguinte:

Tipo	Parâmetros	Concentração máxima de referência	
		mg/m ³	ppm
Físico - Químicos	Partículas suspensas no ar (PM10)	0,15	-
	Dióxido de Carbono (CO ₂)	1800	984
	Monóxido de Carbono (CO)	12,5	10,7
	Ozono (O ₃)	0,2	0,10
	Formaldeído (HCHO)	0,1	0,08
	Compostos Orgânicos Voláteis Totais (COV _{totais})	0,6	0,26 (isobutileno) 0,16 (tolueno)
	Radão ³	400 Bq/m ³	
Microbiológicos	Bactérias	500 UFC/m ³	
	Fungos	500 UFC/m ³	
	Legionella	100 UFC/L água	

* As medições de radão só são obrigatórias nos seguintes distritos (Braga, Vila Real, Porto, Guarda, Viseu e Castelo Branco).

Tabela 4.1- Valores máximos de referência para a QAI

4.1.3 Método de Simulação Dinâmica

Recolhida toda a informação necessária ao processo de certificação passa-se à fase de simulação, a simulação pode ser entendida como a fase da introdução das características do edifício.

Assim sendo é necessário criar o edifício num programa escolhido pelo perito qualificado de RSECE e começar a caracterizar as zonas com os respectivos dados recolhidos na auditoria bem como a construção dos perfis reais de funcionamento dos equipamentos, iluminação, ocupação e climatização.

Passada a etapa de introdução de dados no programa é feita a simulação real e comparados os dados resultantes dessa simulação com os resultados da auditoria, facturas e medições. A oscilação resultante da comparação desses dados tem de ser menor ou igual que 10%, caso contrário é necessário voltar a rectificar a simulação para que seja validado o modelo.

Após garantida a validade do modelo computacional, procede-se à simulação em condições nominais, em que se mantém parte das características reais do edifício, nomeadamente: envolvente, iluminação e sistemas de climatização, substituindo todos os horários, ocupação, densidades de equipamento, temperaturas de conforto e caudais de ar novo pelos impostos pelo regulamento para cada tipologia de espaço.

Realizada a simulação nominal é feito o tratamento de dados e obtida a classe energética do edifício.

Verificada a classe energética e estando regulamentar o perito qualificado emite o certificado para a ADENE.

Para ser perito qualificado de RSECE são exigidas as seguintes competências, especialista em engenharia de climatização, engenheiros mecânicos, engenheiros electrotécnicos e de outras especialidades reconhecidas pela Ordem dos Engenheiros, com base na análise curricular. Engenheiros técnicos das especialidades de engenharia mecânica, de engenharia electrotécnica e de engenheiros técnicos de outras especialidades, com qualificações reconhecidas pela Ordem dos Engenheiros Técnicos (ex-ANETE), tendo em conta a análise curricular.

Os técnicos que pretendam exercer a actividade de Perito Qualificado no âmbito do RSECE, além das habilitações supra referidas, deverão ter no mínimo 5 anos de experiência reconhecida, em actividades de projecto, construção ou manutenção de edifícios ou de sistemas de climatização, ou em actividades de auditoria ligadas à eficiência energética.

CAPÍTULO 5 – CASO DE ESTUDO

O edifício considerado no presente trabalho, as piscinas municipais de Alcobaça localizam-se no centro da cidade, construído no ano de 2001 com o objectivo de promover o desporto aquático de competição e lúdico.

O edifício em estudo é composto por cave, onde se encontra a casa das máquinas que alberga todo o equipamento necessário ao funcionamento das piscinas, pelo piso 1 onde se encontra toda a área desportiva nomeadamente duas piscinas, uma de maiores dimensões com 25 m x 16,75 m e outra de dimensões mais reduzidas 12,5 m x 6 m, encontra-se também toda a área de balneários masculinos e femininos, vestiários dos professores e respectiva sala de descanso, uma zona onde se encontra os depósitos de AQS, zona de recepção, instalações sanitárias e uma área técnica reservada aos produtos de limpeza.

O piso 2 é composto por uma área administrativa onde podemos encontrar sala de reuniões e gabinetes, é composto também por uma área desportiva onde funciona um mini ginásio, por um bar, instalações sanitárias masculinas e femininas e zonas técnicas destinadas a arrumos.

O edifício possui uma área útil de pavimento de 2016 m² e uma área não útil de 395 m², o que perfaz uma área total de 2411 m².

A figura seguinte foi retirada do programa Google Maps e tem como objectivo a percepção da orientação das fachadas.



Figura 5.1- Imagem aérea da envolvente das piscinas municipais de Alcobaça.

No anexo 1 encontram-se as plantas de arquitectura utilizadas para a construção tridimensional das piscinas Municipais de Alcobaça.

5.2. Auditoria ao Edifício

5.2.1 Iluminação

A auditoria à iluminação existente no edifício permitiu identificar 87 lâmpadas fluorescentes de 58 W, 76 lâmpadas fluorescentes de 36 W, 29 lâmpadas fluorescentes de 18 W, 85 lâmpadas fluorescentes compactas de 18 W, 28 lâmpadas de iodetos metálicos de 400 W, 18 lâmpadas de iodetos metálicos de 150 W, 8 lâmpadas de iodetos metálicos de 20 W, 9 lâmpadas LED de 10 W e 1 lâmpada incandescente de 60 W.

As lâmpadas de 400 W e a 150 W de iodetos metálicos destinam-se à iluminação da zona das piscinas.

Na tabela a baixo podemos ver de forma resumida o tipo de iluminação existente no edifício bem como a potência total instalada.

TIPO DE ILUMINAÇÃO			
Tipo Lâmpada	Potência total (kW)	% Potência. Total	Nº Unidades
Fluorescente	8,72	36%	192
Fluorescente Compacta	1,53	6%	85
Incandescente	0,06	0%	1
Iodetos Metálicos	14,06	57%	54
LED	0,09	0%	9
Emergência	0,22	1%	26
Total	24,68	100%	367

Tabela 5.1- Iluminação existente nas piscinas

5.2.2 Envidraçados

O edifício possui uma área total de envidraçado de 330 m², em que 152 m² foram identificados como acrílico pertencente às clarabóias e cobertura das bancadas.

Do levantamento efectuado aos envidraçados foram identificados vários tipos, desde envidraçados fixos, giratórios e de correr, tal como diferentes espessuras.

Os envidraçados existentes no segundo piso bem como a porta de entrada principal são constituídos por vidros duplos com caixilharia metálica sem corte térmico e foi considerado para o vidro interior uma espessura de 4mm e para o vidro exterior 6mm, os restantes envidraçados são simples de 6 mm com caixilharia metálica sem corte térmico. A medição da espessura do envidraçado foi obtida através de um medidor de vidros convencional figura 5.2.

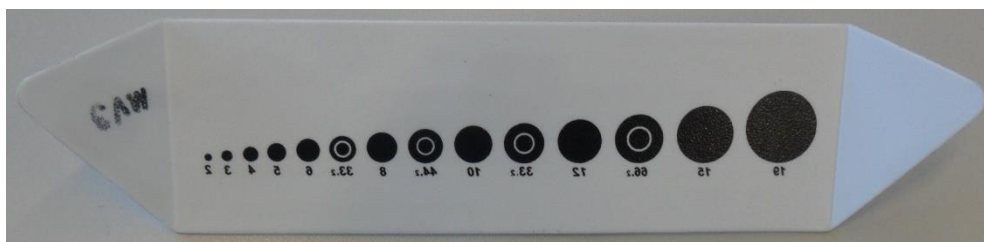


Figura 5.2- Medidor de vidros.

5.2.3 Equipamentos

5.2.3.1 Equipamentos de AVAC

Para um melhor conforto dos funcionários e dos utilizadores do edifício estão instalados nove unidades exteriores de climatização (UEC), ou seja unidades de evaporação e condensação exteriores que visam aquecer ou arrefecer os espaços, estas unidades destinam-se a servir as zonas de, recepção, circulação 1º piso, corredor acesso bancadas, sala de reunião, escritório e mini ginásio, através de ventilo - convectores ligados às máquinas exteriores.

A tabela a baixo descreve os modelos de UEC identificados na auditoria bem como o COP e EER específico de cada máquina que serão inseridos no programa de simulação de forma a garantir as condições mais próximas do real no que toca á climatização dos espaços.

Os dados referentes às potências de climatização e respectivos COP e EER foram retirados dos catálogos dos equipamentos após pesquisa na internet por marca e modelo.

Tipo de Equipamento	Quantidade	Marca	Modelo	Potência Aquecimento (kW)	Potência de Arrefecimento (kW)	COP	EER
UEC 1 e 2	2	Midea	MSB-24HRN2	7,90	7,05	2,82	2,61
UEC 3	1	Midea	MSG-12HRN2	4,05	3,60	3,20	2,82
UEC 4 e 5	2	Midea	MSG-18HRN2	6,16	5,30	2,86	2,64
UEC 6 e 7	2	Midea	MSG-18HRN2	6,16	5,30	2,86	2,64
UEC 8	1	Midea	MSH-12HRDN1	4,10	3,60	3,60	3,21
UEC 9	1	Midea	MSG-12HRN2	4,05	3,60	3,20	2,82

Tabela 5.2- Equipamentos de climatização existentes na piscina

A água de uma piscina, para ser agradável, necessita de ser aquecida. No entanto, quando a piscina é coberta, torna-se também necessário e indispensável para o bem-estar dos nadadores e perenidade das instalações o tratamento do ar através da desumidificação.

Um plano de água aquecido gera em permanência vapor de água (15 g por kg de ar, contra 6 g numa outra zona). Sabendo que uma atmosfera húmida permite aumentar a temperatura do ar, poderia ser interessante, sob o plano económico, desumidificar o menos possível. No entanto, uma taxa muito grande de humidade pode incomodar os nadadores no plano respiratório e ser prejudicial às instalações.

O ideal para que se equilibrem todos os parâmetros ligados ao conforto dos nadadores e à boa conservação do edifício seria manter a água à temperatura de 27°C, a temperatura ambiente do ar a 28°C e uma humidade relativa entre 60 e 65% [17].

A desumidificação dos espaços das piscinas municipais de Alcobaça fica a cargo de três unidades desumidificadoras em que duas unidades têm as mesmas características e uma potência superior á restante, as de maior potência destinam-se a servir a piscina maior e a outra serve a piscina de menores dimensões. Todos os equipamentos estão equipados com ventiladores que forçam o ar através de condutas.

Tipo de Equipamento	Quantidade	Marca	Modelo	Potência Aquecimento (kW)	Potência de Arrefecimento (kW)
DESUMIDIFICADOR 1 e 2	2	Energy Transfert Thermique (ett)	PACARARE 210 VF	60 + 100	50,00
DESUMIDIFICADOR 3	1	Energy Transfert Thermique (ett)	PACARARE 110 VF	34,00	25,00

Tabela 5.3- Equipamentos de tratamento de ar da área desportiva das piscinas

5.2.3.2 Equipamentos de Produção e Armazenamento de Águas Quentes

O sistema de AQS das piscinas bem como o sistema de aquecimento dos tanques desportivos são aquecidos através de duas caldeiras a gás natural. Ambas as caldeiras têm uma potência nominal de aquecimento de 580 kW, o que perfaz um potência total de aquecimento de 1160 kW instalados.

Para armazenar as AQS que se destinam aos banhos existem dois depósitos de 3500 litros, estes depósitos encontram-se ligados aos balneários com o objectivo de servir as necessidades de AQS.

Associado a este sistema também encontramos bombas circuladores, que têm como função a circulação das AQS entre as caldeiras e os depósitos, de modo a haver uma temperatura constante no interior dos depósitos garantindo assim a temperatura necessária para os banhos, as três unidades de bombagem instaladas neste circuito têm uma potência total de 2,5 kW.



Figura 5.3- Caldeiras para Aquecimento das águas das piscinas e AQS

As caldeiras foram sujeitas a uma inspeção que consistiu na verificação do rendimento, para isso foi utilizado um analisador de gases da marca TSI e modelo CA-6100.

Como é visível nas imagens seguintes as caldeiras apresentam um rendimento satisfatório.



Figura 5.4- Medições do rendimento das caldeiras 1.



Figura 5.5- Medições do rendimento das caldeiras 2.

5.2.3.3 Outros Equipamentos

Para fazer a circulação de água das piscinas foram identificadas ao todo 6 bombas circuladoras, 3 dessas bombas com uma potência nominal de 5 kW estas estão encarregues de fazer circular a água da piscina grande, na piscina pequena a circulação de água fica a cargo das restantes bombas tal como a piscina a potência das bombas também é inferior registando-se nos 2 kW.

Nas áreas administrativas foram também identificados equipamentos de escritório nomeadamente; computadores, impressoras e fotocopiadoras, enquanto na área destinada ao bar foram identificados; máquina de café, moinho de café, máquina de lavar louça, torradeira, tostadeira, forno, microondas, frigorífico e dois balcões de frio.

Como não foi possível medir o consumo destes equipamentos em separado estes iram ter um perfil de consumo variável de forma a ser possível a calibração do modelo real.

5.2.3.4 Elementos Construtivos

Como não foi possível determinar com exactidão os elementos construtivos do edifício foram considerados os valores referência existentes na Nota Técnica NT-SCE-01 para as paredes exteriores, interiores e coberturas.

A espessura da parede exterior é de 0,3 m e a da parede interior é de 0,15 m para a obtenção destas medidas recorreu-se a uma fita métrica convencional.

5.2.4 Ocupação

Como a ocupação do edifício varia bastante construiu-se um perfil o mais rigoroso possível, para isso assumiu-se a ocupação máxima verificada nos espaços e o seu horário de funcionamento e considerou-se também os dados fornecidos pelos técnicos das piscinas quanto à ocupação.

É de salientar, que a construção deste perfil tem um erro associado, uma vez que tem de ser feita uma média da ocupação para os espaços e também porque este edifício tem uma área reservada para os espectadores, o que torna difícil a obtenção do número exacto de ocupantes.

5.3. Medições Energéticas

Para uma maior certeza do consumo energético existente nas piscinas Municipais de Alcobaça foram efectuadas medições energéticas com os aparelhos já mencionados anteriormente.

As piscinas têm um total de cinco quadros eléctricos, quadro geral do edifício, quadro casa das máquinas, onde estão ligados os equipamentos necessários ao funcionamento da piscina grande, quadro piso 0, quadro parcial 1, destinado aos equipamentos da piscina pequena e quadro geral 1º piso, no entanto não foi possível medir o quadro geral 1º piso, esta impossibilidade deveu-se aos barramentos do quadro eléctrico se encontrarem bastante juntos e como tal não foi possível a colocação das pinças amperimétricas uma vez que qualquer tentativa de colocação ponha em causa a segurança.

Os aparelhos de medição ficaram instalados durante quatro dias no caso do analisador e seis dias as pinças amperimétricas, o que permitiu uma melhor percepção dos consumos existentes.

Terminado o tempo mínimo estabelecido para o registo dos consumos eléctricos, procedeu-se à recolha dos equipamentos, ou seja à sua desinstalação.



Figura 5.6- Analisador de Instalações eléctricas.



Figura 5.7- "Pinças" Amperimétricas.

5.3.1. Consumos Energéticos do Edifício

Após a recolha dos equipamentos de medição foram descarregados os dados para o computador e tratados no programa Microsoft Excel, o que permitiu a verificação das potências efectivas das piscinas.

Pode-se analisar no gráfico abaixo que não existe uma grande variação das potências durante os vários dias de medições, existe sim uma grande potência registada, onde é possível actuar para uma melhor eficiência energética.

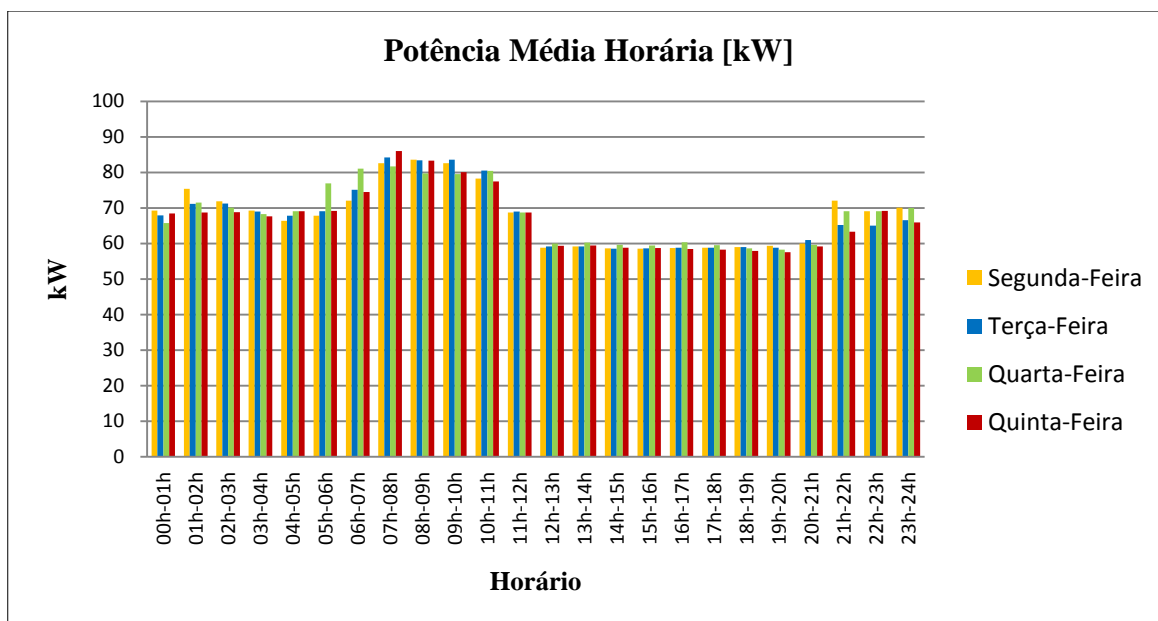


Figura 5.8- Gráfico da potência média no edifício.

	Dias de Medição Completos	Dia da Semana	Potência Média Diária [kW]
1º Dia Medição	26-12-2011	Segunda-Feira	67,91
2º Dia Medição	27-12-2011	Terça-Feira	67,52
3º Dia Medição	28-12-2011	Quarta-Feira	68,18
4º Dia Medição	29-12-2011	Quinta-Feira	67,01

Tabela 5.4- Potências médias registadas no edifício, durante os dias de medição

Como é visível existe um pequeno acréscimo da potência entre as 7h:00m e as 11h:00m, tal deve-se ao arranque de funcionamento do edifício, ou seja à ligação da iluminação e entrada em funcionamento do sistema de AVAC e alguns equipamentos.

O restante perfil de potência registado anda entre 68 kW, como é também visível na tabela, deve-se em grande parte ao funcionamento das baterias de desumidificação porque têm de garantir uma boa qualidade do ar interior, e que para isso, funcionam como mostra a figura (5.8) 24h por dia, obviamente

com pequenas oscilações, porque existe uma maior ou menor evaporação de água o que leva também a um funcionamento mais ou menos exigente.

5.3.1.1. Factor de Potência

Nas medições efectuadas foi também registado o factor de potência para que fosse possível perceber a qualidade da energia eléctrica existente no edifício, o factor de potência tratado neste trabalho será o de regime sinusoidal perfeito na ausência de harmónicas.

A potência eléctrica absorvida por uma instalação alimentada em corrente alternada, pode ser decomposta em potência activa (geralmente transformada em energia mecânica ou em calor), e em potência reactiva, que não produz nenhum trabalho útil, apenas é responsável pela criação do campo magnético dos equipamentos (motores, transformadores, etc.).

O factor de potência de uma instalação ou equipamento que traduz a relação entre P e Q (desfasamento entre a onda de tensão e de corrente) é dado por:

(9)

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \leq 1$$

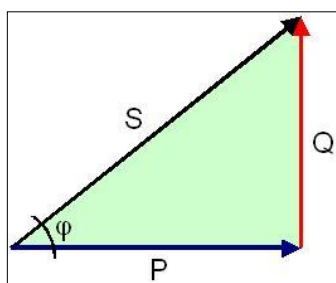


Figura 5.9- Triângulo de potências.

P – Potência Activa (W);

S – Potência Aparente (VA);

Q – Potência Reactiva (var);

Um baixo factor de potência numa instalação traduz-se numa sobrecarga em todo o sistema de alimentação, desde a rede da entidade fornecedora, até à rede do consumidor. Por este motivo, a entidade fornecedora institui o pagamento da energia reactiva consumida pelas instalações industriais. Isso representa um custo acrescido para além da sobrecarga nos transformadores e condutores, uma redução do nível de tensão e da iluminação.

A compensação da energia reactiva numa instalação deve ser analisada com o devido cuidado, sendo que cada caso deve ser estudado individualmente evitando soluções padrão que podem conduzir a situações que não se adequam, quer do ponto de vista técnico, quer do ponto de vista económico.

Independentemente do método a ser adoptado, o factor de potência ideal, tanto para o consumidor como para a entidade fornecedora, seria o unitário. No entanto, essa condição geralmente não é conveniente do ponto de vista económico e normalmente os consumidores procuram obter um factor de potência permitido pela entidade fornecedora sem encargos.

Geralmente a compensação do factor de potência é realizado, com a ligação de uma carga capacitiva (em geral um condensador ou uma bateria de condensadores e, em certos casos, um motor síncrono sobreexcitado) em paralelo com a carga. O cálculo da potência reactiva dessa carga capacitiva pode ser feito de maneira muito simples, com o auxílio de expressões conhecidas ou o “triângulo das potências”.

O dimensionamento dos condensadores (ou da potência reactiva) necessária para fazer elevar o factor de potência $\cos(\varphi_1)$ para $\cos(\varphi_2)$, em regime sinusoidal, pode ser feito com base na seguinte expressão [18]:

(10)

$$Q_c = P(\operatorname{tg}(\varphi_1) - \operatorname{tg}(\varphi_2))$$

Em que:

P – Potência activa da instalação kW;

Q_c – Potência reactiva dos condensadores a usar kVAr;

φ_1 – Ângulo do factor de potência original;

φ_2 – Ângulo do factor de potência pretendido;

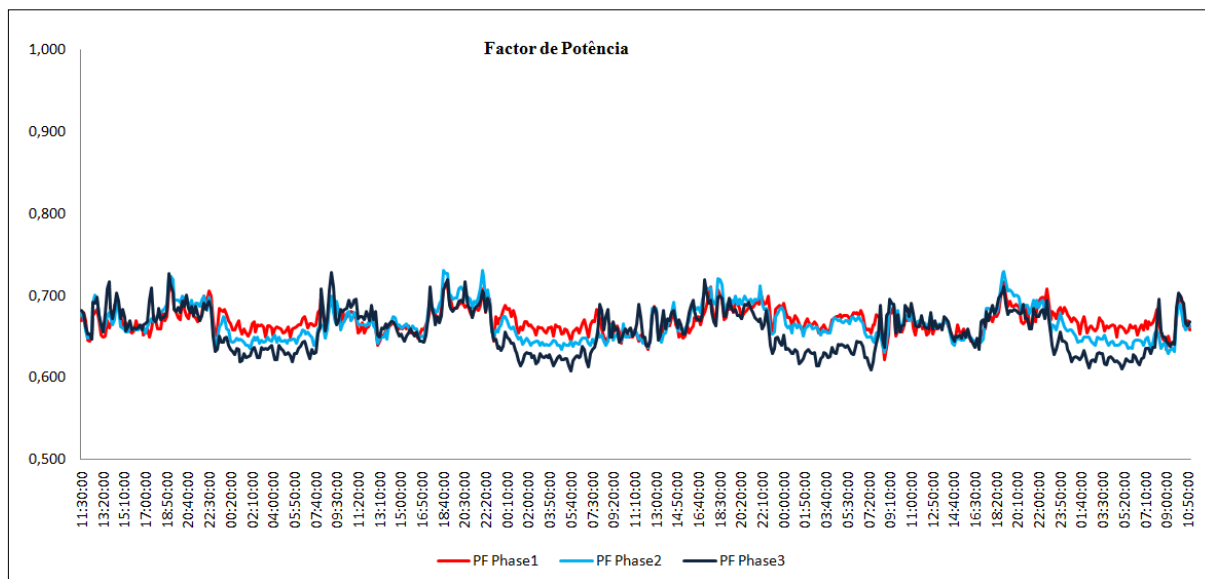


Figura 5.10- Gráfico do factor de potência registado no edifício.

Como é perceptível na figura 5.10 o factor de potência existente na instalação das piscinas municipais de Alcobaça é muito baixo, o que penaliza economicamente a factura de electricidade. Este tema será abordado mais á frente uma vez que vais ser alvo de estudo para a aplicação de uma medida de melhoria.

5.3.2. Consumo Piscina Grande

O gráfico seguinte representa o perfil de potência associado à área da piscina grande, do qual podemos verificar que não existe grandes discrepâncias de um dia para o outro, em grande parte a potência é associada às bombas de circulação e iluminação, neste gráfico também é perceptível as horas de pico da iluminação bem como o seu perfil de funcionamento.

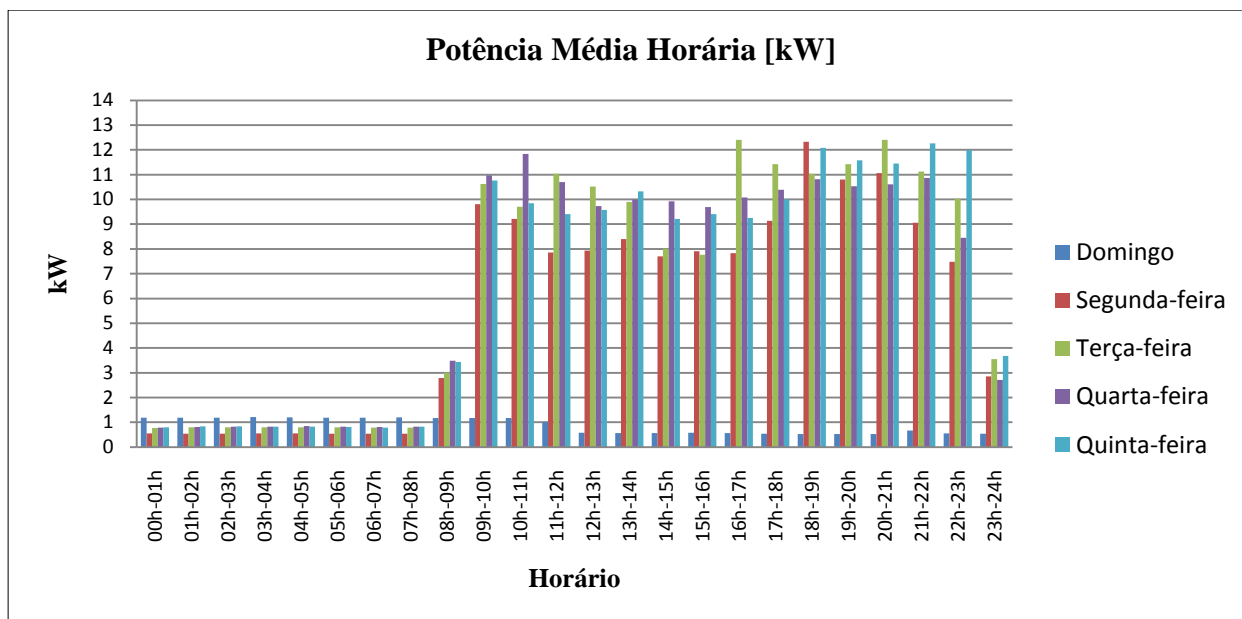


Figura 5.11- Gráfico potência média na piscina grande.

A tabela abaixo demonstra a potência média registrada por dia, é importante referir que esta potência média é obtida tendo em atenção as horas de baixo consumo, ou seja onde não se verifica uma potência significativa, daí os valores da potência média diária serem à volta dos 6 kW.

	Dias de Medição Completos	Dia da Semana	Potência Média Diária [kW]
1º Dia Medição	11-12-2011	Domingo	0,87
2º Dia Medição	12-12-2011	Segunda-feira	5,69
3º Dia Medição	13-12-2011	Terça-feira	6,68
4º Dia Medição	14-12-2011	Quarta-feira	6,56
5º Dia Medição	15-12-2011	Quinta-feira	6,70

Tabela 5.5- Potências médias registadas na piscina grande, durante os dias de medição

5.3.3. Consumo Piscina Pequena

O consumo da piscina pequena no que diz respeito ao funcionamento das bombas circuladoras é em tudo semelhante ao da piscina grande existe sim é uma alteração como é visível no horário de funcionamento de iluminação, onde se verifica que a iluminação é ligada em média três vezes por dia nomeadamente, no início da manhã, início da tarde e no final da noite.

Devido à dimensão da piscina e como era esperado as potências registadas são menores que os anteriores.

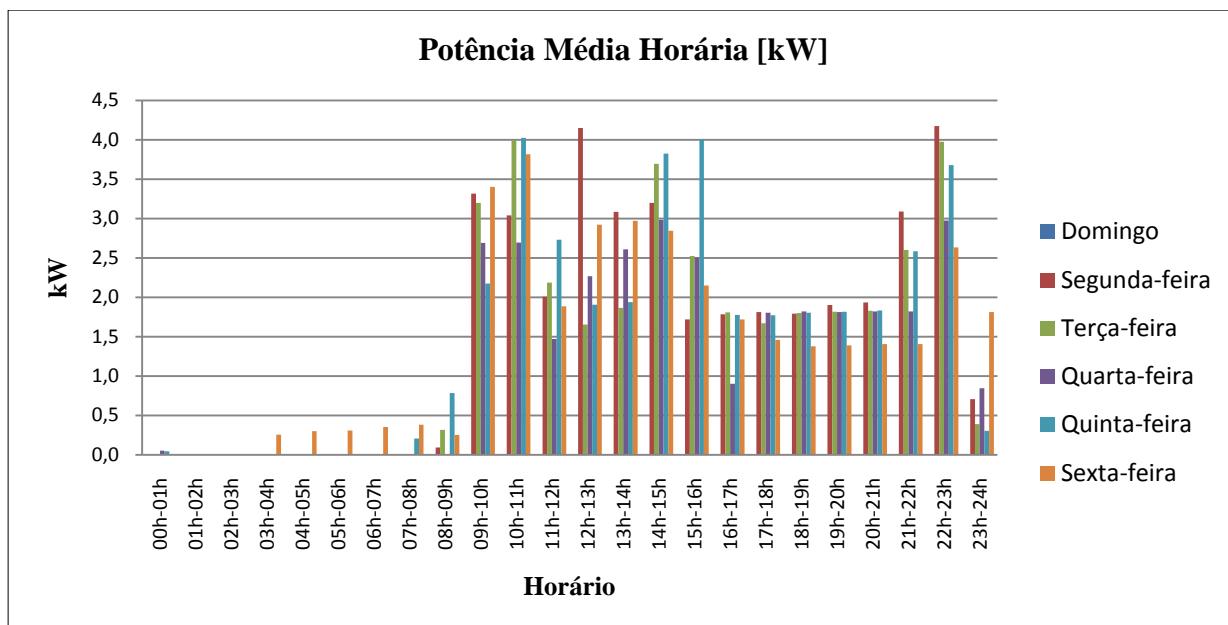


Figura 5.12- Gráfico da potência média na piscina pequena.

	Dias de Medição Completos	Dia da Semana	Potência Média Diária [kW]
1º Dia Medição	11-12-2011	Domingo	0,00
2º Dia Medição	12-12-2011	Segunda-feira	1,57
3º Dia Medição	13-12-2011	Terça-feira	1,47
4º Dia Medição	14-12-2011	Quarta-feira	1,29
5º Dia Medição	15-12-2011	Quinta-feira	1,55
6º Dia Medição	16-12-2011	Sexta-feira	1,46

Tabela 5.6- Potências médias registadas na piscina pequena, durante os dias de medição

5.3.4. Facturas Energéticas

Para um enquadramento inicial dos consumos energéticos do edifício em estudo foi feito um levantamento das facturas de gás e de electricidade, de anos anteriores. Para um edifício desta dimensão a factura energética tem um grande peso a nível económico, há por isso uma necessidade de controlar os gastos energéticos e aumentar o rendimento da energia utilizada.

Na tabela abaixo são visíveis os valores do consumo total anual de electricidade, de gás e as emissões de CO₂ agregadas a esses consumos.

Foram utilizados os factores de conversão de energia útil em energia primária de 0,290 kgep/kWh para a electricidade e 0,086 kgep/kWh para o gás, previstos no RCCTE.

Electricidade			Gás			Total de tep/ano	CO ₂
kWh/ano	Tep	T CO ₂	kWh/ano	Tep	T CO ₂	Tep	T
700.821,76	203,24	243,89	1.179.978,00	101,48	121,77	304,72	365,66

Tabela 5.7- Emissões de CO₂ do edifício das piscinas

A figura seguinte apresenta, o consumo registado nas facturas de electricidade durante o ano 2009, sendo estas as únicas com um registo anual completo.

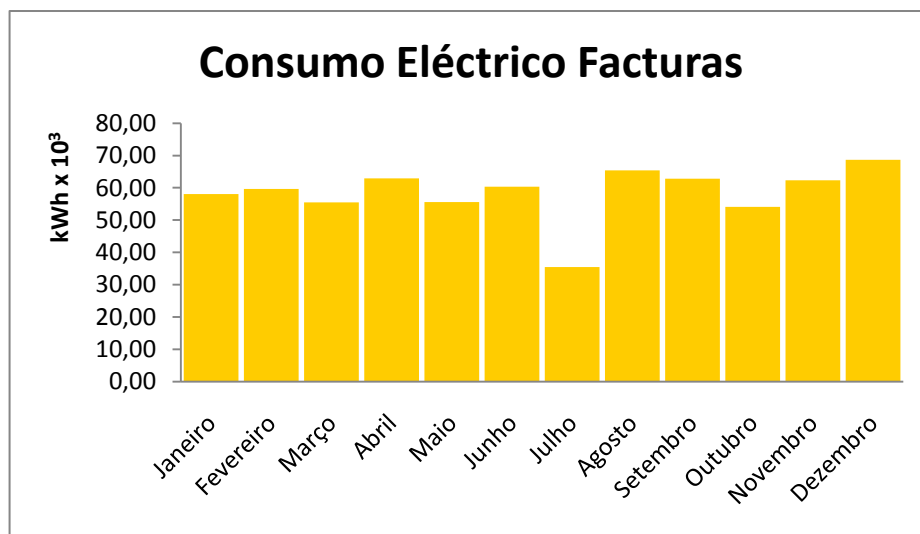


Figura 5.13- Gráfico dos consumos registados nas facturas eléctricas.

Através da observação da figura (5.13) é possível verificar que o consumo eléctrico é em tudo semelhante ao registado nas medições energéticas, verifica-se que existem algumas oscilações mais acentuadas em alguns meses do ano devendo-se isso às necessidades de climatização do edifício e com o aumento das necessidades de desumidificação.

A figura seguinte apresenta o consumo de gás ao longo dos anos de 2010, 2011 sendo que os registos de 2010 incidem sobre o mês de Julho terminando no mês de Dezembro e os registos de 2011 começam a Janeiro terminando em Junho do mesmo ano, tudo junto perfaz um ano completo de registos como era pretendido.

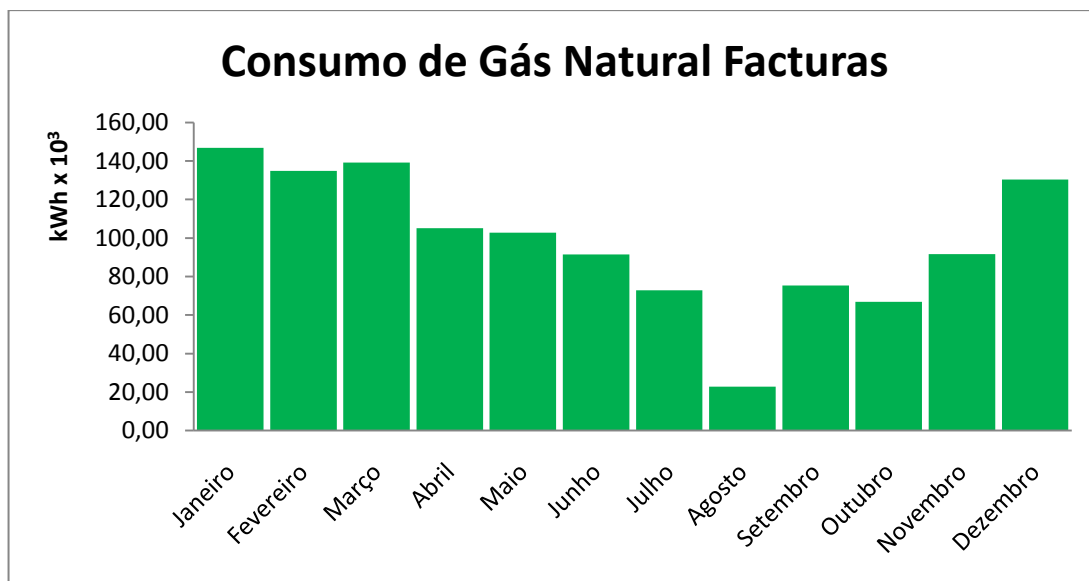


Figura 5.14- Gráfico dos consumos registados nas facturas de gás.

Pela observação da figura (5.14) referente ao consumo de gás existente nas piscinas, é possível verificar um aumento muito acentuado nos meses de Inverno. Este aumento é explicado pelas necessidades que as caldeiras têm para manter a temperatura das piscinas constante, bem como as temperaturas de AQS.

CAPÍTULO 6 – SIMULAÇÃO DINÂMICA

A simulação dinâmica é um método de análise do desempenho energético que permite avaliar, de uma forma quantitativa, os potenciais consumos de energia do edifício e dos seus sistemas para determinadas condições de utilização e funcionamento dos mesmos.

Com a simulação dinâmica podemos determinar também aspectos como as necessidades de aquecimento e arrefecimento, ganhos internos provenientes da sua utilização e dos elementos exteriores. Constitui, por isso, uma importante ferramenta para ensaio de diferentes soluções de projecto e de alternativas na operação e gestão do funcionamento de edifícios.

Neste estudo encontram-se vários tipos de cargas térmicas:

- Internas – geradas pela taxa de ocupação, pela iluminação e pelo funcionamento de equipamentos diversos;
- Externas – provocadas pelo clima, através da temperatura, da radiação solar, do vento e da humidade que promovem trocas através da envolvente;
- Infiltrações e ar novo – provocadas pela infiltração e renovação do ar interior.

Todas estas cargas térmicas devem ser contabilizadas, pois são mecanismos de transferência de energia, que vão influenciar a potência de aquecimento e de arrefecimento e os consumos de energia necessários ao edifício [19].

6.1. Construção do Modelo

Entre várias opções para a modelação do edifício, foi escolhido o programa DesignBuilder uma vez que é um programa cuja interface é bastante intuitiva e fácil de trabalhar, para a simulação dinâmica do edificio foi escolhido o EnergyPlus ao qual já foi feita referência anteriormente.

Numa primeira fase no DesignBuilder é feita toda a modelação geométrica e introdução de dados, o programa oferece uma vasta quantidade de bibliotecas “libraries” com pré-definições que facilitam a implementação de dados. Estes vão desde dados exteriores ao edifício como os dados climatéricos até aos horários de utilização de diversos tipos de zonas e diversos tipos de equipamentos.

A implementação de dados do edifício em geral ou de um zona é feita através de cinco separadores:

- “Activity” – dados referentes ao tipo de actividade realizada em determinada zona.
Exemplo: horário e densidade de ocupação, consumo de água quente sanitária, quantidade de ar novo insuflado, etc.,
- “Construction” – dados referentes ao tipo de construção e material.

- “Openings” – dados referentes a aberturas no edifício. Exemplo: janelas, cortinados, portas, tipo de vidro, etc.;
- “Lighting” – dados referentes à iluminação. Exemplos: tipo de iluminação, horário, etc.,

A segunda fase corresponde à parte de cálculo, pela qual é responsável o EnergyPlus, os resultados do programa são apresentados através de gráficos ou tabelas, sendo possível a escolha do tipo de informação que se obtém após a simulação (exemplo: consumos totais, consumos parciais, temperatura, conforto, etc.).

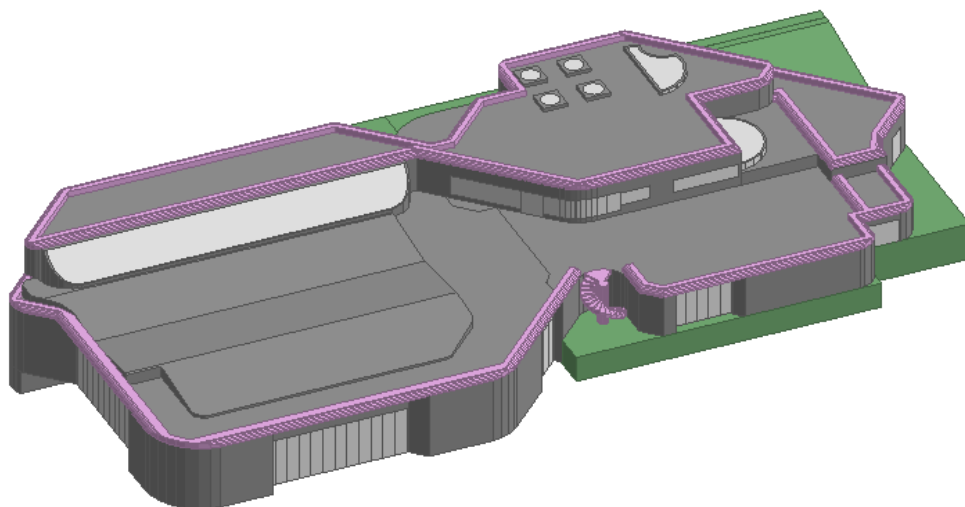


Figura 6.1- Construção 3D do edifício.

Clima

Os dados climáticos utilizados para a simulação dinâmica encontram-se em ficheiros disponibilizados pelo INETI actualmente LNEG- Laboratório Nacional de Energia e Geologia.

O programa EnergyPlus tem uma vasta biblioteca onde se pode encontrar diversos ficheiros climáticos para cada zona do país em particular, estes ficheiros são uma grande vantagem uma vez que torna mais rigoroso o processo de simulação, os valores existentes nos ficheiros são valores reais das temperaturas verificadas nos locais, tornado assim a simulação mais rigorosa.

Sendo o clima um dos principais factores da variação de temperatura no interior do edifício e consequente aumento de consumo energético, é importante a visualização das imagens seguintes para se ter a percepção das temperaturas máximas e mínimas que se fazem sentir na região.

Location

Region

Location Template

Template

Alcobaça

Site Location

Latitude (°)

39,55

Longitude (°)

-8,98

Site Details

Elevation above sea level (m)

55,0

Exposure to wind

2-Normal

Site orientation (°)

95

Ground

>>

Precipitation

>>

Site Green Roof Irrigation

>>

Time and Daylight Saving

>>

Simulation Weather Data

>>

Winter Design Weather Data

>

Heating 99.6% coverage

Outside design temperature (°C)

-5,0

Wind speed (m/s)

3,0

Wind direction (°)

0,0

Heating 99% coverage

Summer Design Weather Data

>

Lag from Solar Midday

>>

Design Temperatures

>

99.6% coverage (based on dry-bulb temp.)

Max dry-bulb temperature (°C)

29,5

Coincident wet-bulb temperature (°C)

24,5

Min dry-bulb temperature (°C)

18,0

Figura 6.2- Input dados climáticos DB.

É importante também mencionar os dados climáticos de referência de Alcobaça, estes dados estão disponíveis no decreto de lei Nº 67 – 4 de Abril de 2006 e serão bastante importantes uma vez que têm influência directa na classe do edifício, os dados climáticos poderão ser visualizados na tabela a baixo.

Conselho	Zona climática de Inverno	Número de Graus - Dias (°C.dias)	Duração da estação de aquecimento	Zona climática de Verão	Temperatura externa do projecto (°C)	Amplitude Térmica (°C)
Alcobaça	I ₂	1 640	6,3	V ₁	29	10

Tabela 6-1- Dados climáticos para a cidade de Alcobaça segundo o regulamento [20].

Materiais e Tipo de Coeficientes de Transmissão Térmica

Alguns dados de entrada são comuns a todo o edifício, como é o caso dos tipos e materiais de construção, podendo por isso ser especificados nas opções gerais do modelo.

A importância dos materiais de construção está intimamente ligada à inércia térmica dos mesmos. A inércia térmica de um material é a capacidade deste reter o calor. Assim a inércia térmica de um edifício é a sua capacidade de contrariar as variações de temperatura no seu interior, ou seja, de reduzir a transferência ou transmissão de calor. Isto acontece devido à sua capacidade de acumular calor nos elementos construtivos.

No separador “*Construction*” foram criadas dois tipos de parede, uma exterior e uma interior, e um tipo de laje, as propriedades utilizadas foram as existentes na nota técnica (NT-SCE-01). Para os coeficientes de transmissão das paredes e uma vez que não é conhecida a sua composição foi utilizado para a parede exterior um coeficiente de 1,1 W/(m².°C), e para a parede interior 1,47 W/(m².°C), sendo que este ultimo foi obtido através de calculo.

(11)

$$U_{P.Int} = \frac{1}{\frac{1}{U_{P.Ext}} + 0,09}$$

$U_{P.Int}$ = Coeficiente de Transmissão térmica da parede interior W/(m².°C)

$U_{P.Ext}$ = Coeficiente de Transmissão térmica da parede exterior W/(m².°C)



PAREDE REBOCADA (POSTERIOR A 1960)
PAREDES SIMPLES OU DUPLAS
COEFICIENTES DE TRANSMISSÃO TÉRMICA
 U [W/(m².°C)]

PAREDES EXTERIORES ($R_{se} + R_{si} = 0,17$ [(m².°C)/W])

Espessura da alvenaria [m]			
0,18 a 0,20	0,23 a 0,29	0,30	0,35
1,7	1,3	1,1	0,96

* – A espessura da alvenaria indicada inclui os revestimentos (espessura total).

Figura 6.3- Dados para as paredes de composição desconhecida [21].

Para os coeficientes de transmissão térmica em superfícies horizontais como, coberturas e pavimentos considerou-se também os valores referência existentes na nota técnica (NT-SCE-01), em que para a cobertura utilizou-se os dados referentes à cobertura pesada horizontal e para o pavimento utilizou-se também os dados referentes ao pavimento pesado. Para a cobertura interior foi considerado um sentido de fluxo ascendente e para o pavimento interior foi considerado descendente.



PAVIMENTOS E COBERTURAS
COEFICIENTES DE TRANSMISSÃO TÉRMICA
 $U [W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$

<i>SOLUÇÃO</i>			
	Exterior	Interior Descendente	Interior Ascendente
<i>Pavimentos (fluxo descendente)</i>			
Pavimento Leve ⁽¹⁾	2,20	1,71	1,55
Pavimento Pesado ⁽²⁾	3,10	2,21	2,61
<i>Coberturas (fluxo ascendente)</i>			
Cobertura Leve Inclinada ⁽³⁾	3,80	2,54	3,09
Cobertura Pesada Inclinada ⁽²⁾	3,40	2,36	2,82
Cobertura Pesada Horizontal ⁽²⁾	2,60	1,94	2,25

⁽¹⁾ Pavimento de madeira do tipo barrotes e soalho sem tecto interior

⁽²⁾ Betão

⁽³⁾ Cobertura de madeira fortemente ventilada

Figura 6.4- Dados para pavimentos e coberturas de composição desconhecida [21].

Envidraçados e Coeficientes de Transmissão Térmica

Para a caracterização térmica dos vãos envidraçados foi utilizado o ITE 50 uma vez que não se conhece a composição dos vidros existentes no edifício, a figura seguinte mostra o coeficiente de transmissão térmica escolhido para cada vão envidraçado tendo em conta as suas especificações.

COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA
VÃOS ENVIDRAÇADOS VERTICAIS
CAIXILHARIA METÁLICA
 $U \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]}$

A – SEM CORTE TÉRMICO

Tipo de vão envidraçado	Número de vidros	Tipo de janela	Esp. da lâmina de ar [mm]	$U_w^{(1)}$ [W/(m ² · °C)]	$U_{wdn}^{(2)}$ [W/(m ² · °C)]		
					Dispositivo de oclusão noturna		
					Cortina interior opaca	Outros dispositivos	
						Com permeabilidade ao ar elevada	Com permeabilidade ao ar baixa
Simples (1 janela)	1 (vidro simples)	fixa	—	6,0	4,9	4,5	3,8
		giratória	—	6,2	5,0	4,6	3,9
		de correr	—	6,5	5,2	4,8	4,1
	2 (vidro duplo)	fixa	6	3,9	3,4	3,2	2,8
			16	3,5	3,1	2,9	2,6
			16 low e ⁽³⁾	3,1	2,8	2,6	2,3
		giratória	6	4,3	3,7	3,4	3,0
			16	3,8	3,3	3,1	2,7
			16 low e ⁽³⁾	3,6	3,2	3,0	2,6
		de correr	6	4,5	3,9	3,6	3,1
			16	4,0	3,5	3,3	2,9
			16 low e ⁽³⁾	3,7	3,3	3,1	2,7

Figura 6.5- Dados para envidraçados de composição desconhecida [21].

6.2. Caracterização dos Espaços

Neste subcapítulo são apresentados os dados implementados nas principais zonas do edifício em estudo. Alguns desses dados a implementar foram manipulados para serem utilizados.

De uma maneira geral são explicados algumas dessas manipulações através das equações (12 à 16)

O cálculo da Densidade de Ocupação foi feito da seguinte forma:

(12)

$$\text{Densidade de Ocupação} = \frac{N^{\circ} \text{PessoasMédio} \times \text{OcupaçãoMédia}}{\text{Área}} = \text{pessoas/m}^2$$

Cálculo de Ar Novo

(13)

$$\text{Renovações de Ar Novo} = \frac{\text{Caudal de Ar Novo} \times \text{Área} \times \gamma}{\text{Volume} \times \eta} = \text{Ren/h}$$

(14)

$$\text{Ventilação Mecânica} = \left(\frac{\left(\frac{\left(\frac{\text{Caudal de Ar Novo}}{\eta} \times \gamma \right) \times 1000}{3600} \right)}{\text{Área}} \right) = \frac{l}{s} \cdot m^2$$

γ = Factor de Materiais não ecologicamente limpos (1,5)

η = Rendimento do Ventilador

Cálculo da Densidade de Iluminação:

(15)

$$\text{Densidade de Iluminação} = \frac{\text{Potência de Iluminação}}{\text{Área}} = W/m^2$$

Cálculo da Densidade de Equipamentos

(16)

$$\text{Densidade de Equipamentos} = \frac{\text{Potência dos Equipamentos}}{\text{Área}} = W/m^2$$

6.3. Simulação Real

O processo de simulação dinâmica em condições reais tem como objectivo garantir que o modelo computacional criado se comporta realisticamente. Para este efeito são comparados os consumos energéticos obtidos através da simulação com os consumos obtidos através das facturas e ou medições energéticas. Esta validação está no entanto dependente, não só do rigor empregue na criação do modelo, mas também dos valores que podem advir de facturas ou medições energéticas. Assim sendo e caso existam facturas ou medições com erros de leitura, o processo de calibração fica comprometido. No caso do edifício aqui em estudo, a comparação será feita tendo em consideração as medições energéticas.

É importante referir que na simulação real e devido à falta da planta de AVAC os caudais utilizados para as renovações de ar novo são os utilizados para a simulação nominal, segundo o decreto de lei N° 67- 4 de Abril de 2006.

Perfis de Simulação Real

Tal como foi dito anteriormente os perfis de simulação para a calibração do modelo real iriam ter um comportamento variável de forma a ser mais rigorosa a calibração do modelo uma vez que não foi possível efectuar medições energéticas a todos os quadros eléctricos e equipamentos, bem como identificar as potências efectivas de todos os equipamentos instalados, os perfis considerados são os que se seguem.

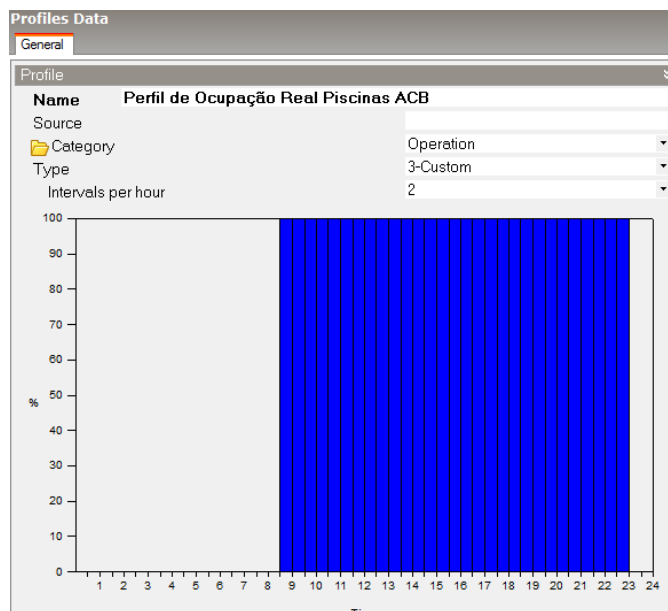


Figura 6.6- Perfil de ocupação real utilizado para a simulação.

A cima encontra-se o perfil de ocupação real utilizado para as piscinas Municipais de Alcobaça, este perfil foi utilizado com uma carga de 100% durante o horário de funcionamento das piscinas uma vez que não se consegue contabilizar de uma forma exacta o numero de ocupantes reais, sendo assim optou-se por sobrecarregar o perfil, garantido um factor de segurança.

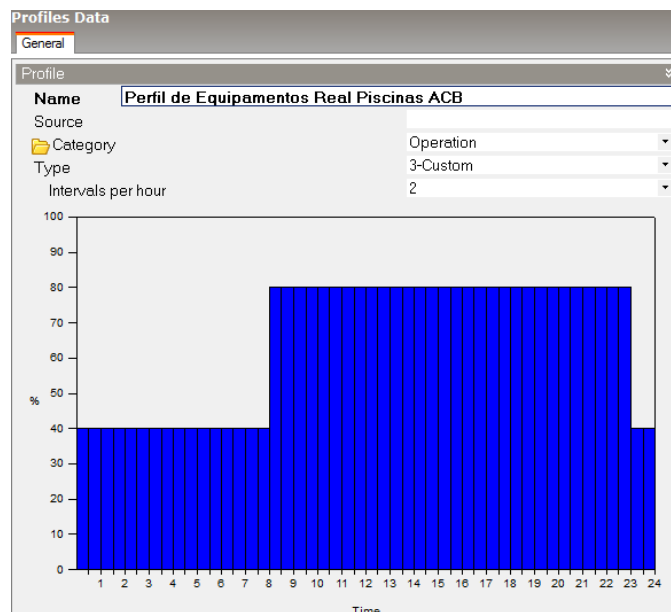


Figura 6.7- Perfil de equipamentos real utilizado para a simulação.

A construção do perfil de equipamentos teve como base o registo das medições, podemos ver que este contabiliza o funcionamento de alguns equipamentos 24 horas por dia, o que se verifica também nos registos das medições energéticas.

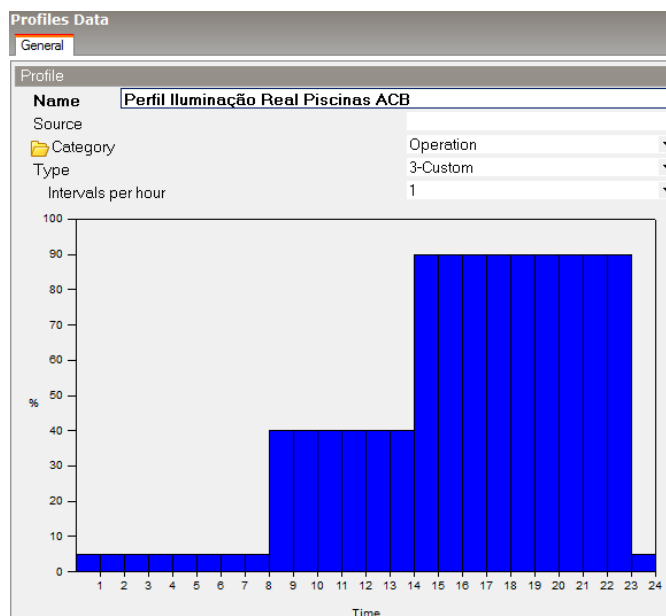


Figura 6.8- Perfil de iluminação real utilizado para a simulação.

Sendo o perfil de iluminação bastante inconstante e difícil de prever teve de se ter em consideração um funcionamento maior nas horas nocturnas, como mostra a figura 6.8, foi também tido em conta um

ligeiro funcionamento durante as horas após o fecho das instalações até nova abertura, reflectido assim o funcionamento da iluminação de emergência.

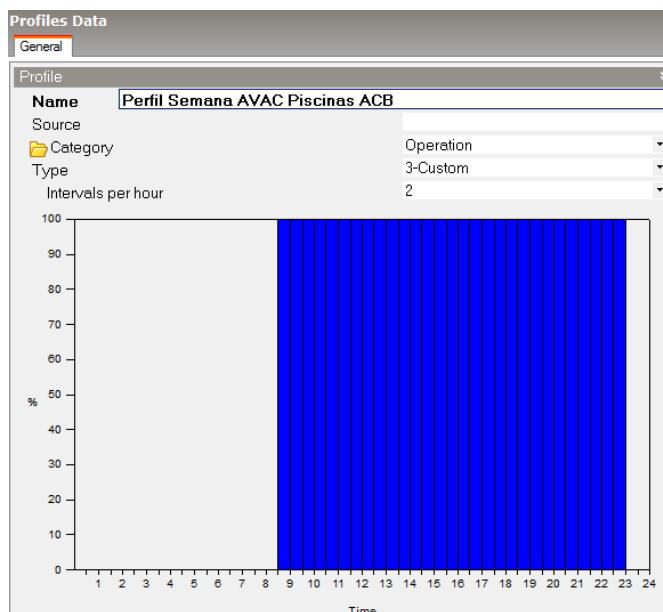


Figura 6.9- Perfil real da disponibilidade dos equipamentos de AVAC

Quanto ao perfil de AVAC e também devido à incerteza do seu funcionamento efectivo considerou-se uma disponibilidade de 100 % durante o horário de funcionamento do edifício.

6.3.1 Resultados da simulação real

Após todo o processo de construção, carregamento de dados e simulação dinâmica no programa EnergyPlus, obteve-se os consumos existentes por mês no edifício, consumos esses que podem ser consultados na tabela 6.2.

De referir que a simulação real só contabiliza os consumos eléctricos tendo que se agregar depois o consumo de gás que é utilizado para aquecer as piscinas e o sistema AQS.

Data	Consumo dos Equipamentos kWh	Consumo de Iluminação kWh	Consumo para Aquecimento kWh	Consumo para Arrefecimento kWh
Janeiro	18148,34	4570,331	289,3236	349,3957
Fevereiro	17357,32	4371,472	213,1784	519,9514
Março	19730,38	4968,05	150,8252	981,5818
Abril	16950,53	4271,182	56,94328	1506,191
Maio	19730,38	4968,05	25,61963	2490,23
Junho	18939,36	4769,19	7,688515	3090,847
Julho	18532,57	4668,901	1,707096	3487,325
Agosto	2530,442	26,76078	0	0
Setembro	18532,57	4668,901	5,049778	2582,135
Outubro	18939,36	4769,19	42,40386	1500,677
Novembro	18939,36	4769,19	160,7809	626,9353
Dezembro	16950,53	4271,182	264,3267	293,6407
Total	205281,142	51092,4	1217,846959	17428,9099

Tabela 6.2- Dados de output da simulação real.

Os gráficos seguintes demonstram o comportamento do edifício ao longo do ano contabilizando todos os factores internos e externos do projecto, nos gráficos é perceptível ver que no mês de Agosto existe um decréscimo acentuado dos consumos, devendo-se ao facto das piscinas entrarem no período de férias.

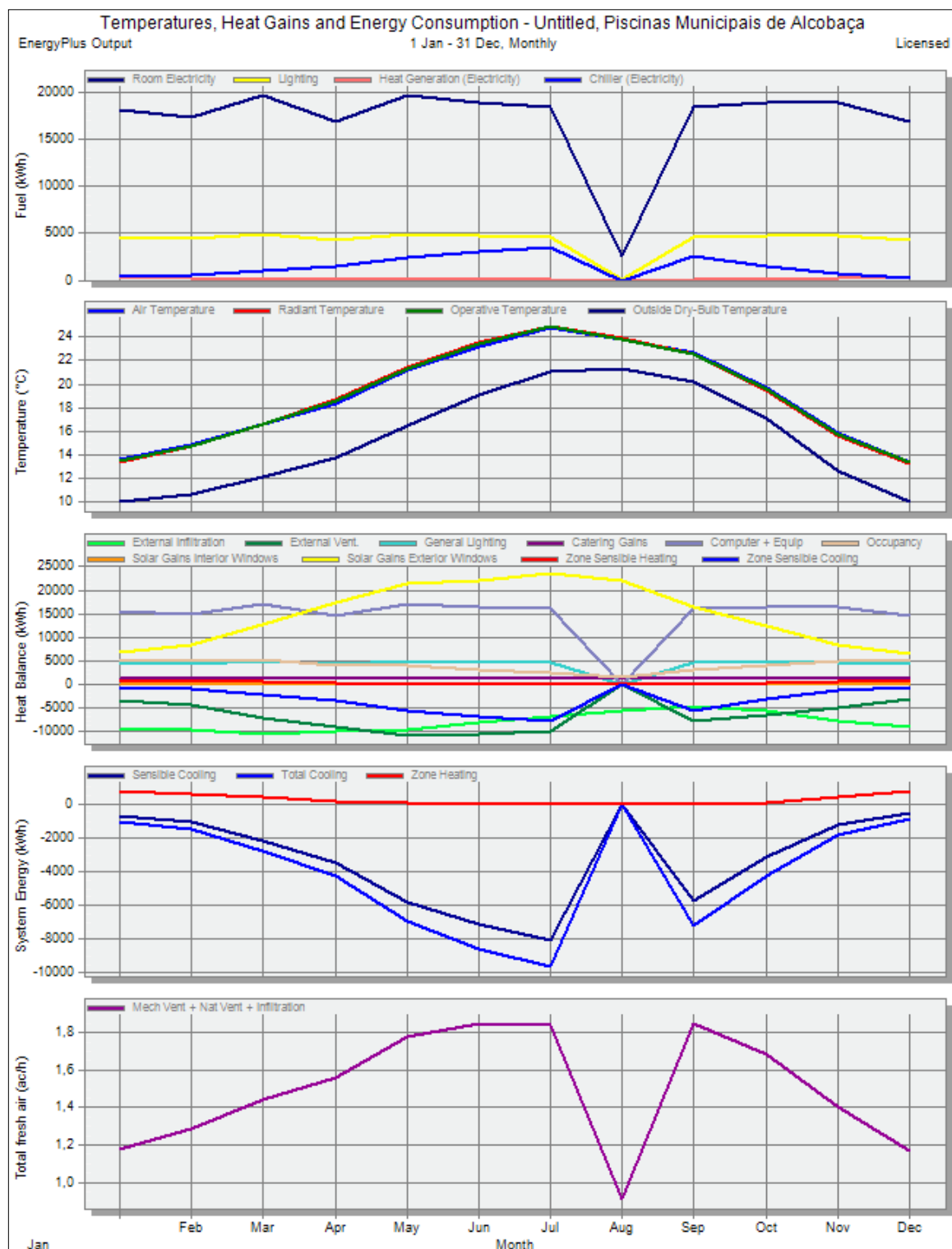


Figura 6.10- Output EnergyPlus do comportamento energético edifício simulação nominal.

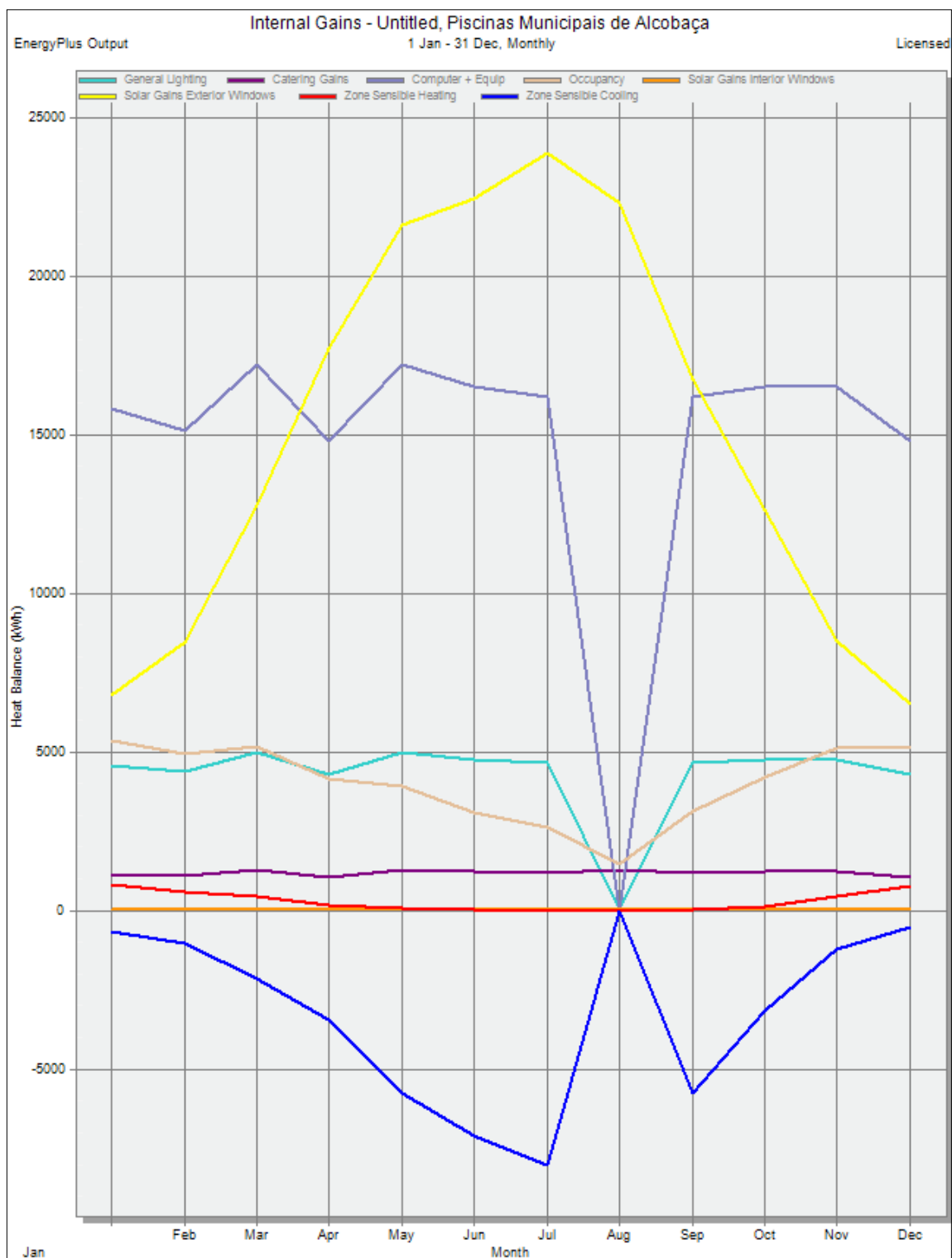


Figura 6.11- Output EnergyPlus dos ganhos internos simulação real.

Efectuada a simulação dinâmica é necessário verificar e como já foi referido anteriormente se os resultados anuais da simulação apresentam um desvio superior a 10% em relação às facturas ou às medições energéticas, caso isso aconteça terá de se calibrar novamente o modelo para se atingir um desvio inferior a 10% e assim garantir uma maior precisão e realidade da simulação dinâmica.

Para uma melhor percepção dos valores fez-se uma desagregação dos consumos que permite também a verificação do desvio.

Auditoria Energética (kWh/ano)	
Geral	535.593,41
Iluminação	25.363,00
Piscina Grande	45.513,83
Piscina Pequena	10.017,51
Ventilação	245.212,50
Equipamentos / Outros Consumos	209.486,57
Consumo de Gás	1.179.978,00
Consumo Total do Edifício	
	1.715.571,41

Tabela 6.3- Consumos registados na auditoria energética.

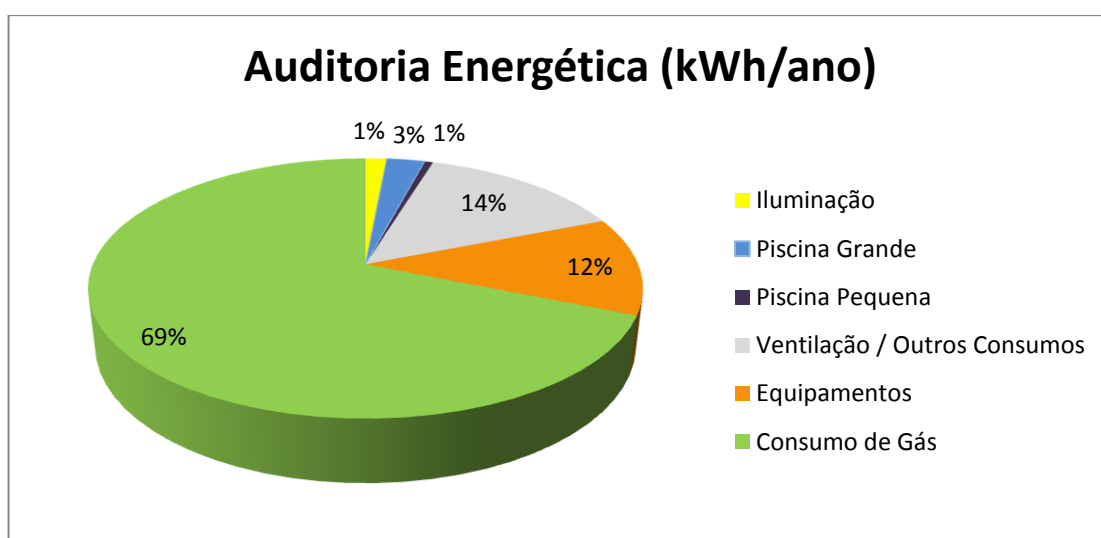


Figura 6.12- Gráfico de desagregação dos consumos da auditoria.

Simulação Real (kWh/ano)	
Geral	314.951,66
Iluminação	51.092,40
AVAC	18.646,76
Ventilação / Outros Consumos	245.212,50
Equipamentos	205.281,20
Consumo de Gás	1.179.978,00

Consumo Total do Edifício	1.700.210,86
----------------------------------	---------------------

Tabela 6.4- Consumos registados na simulação real.

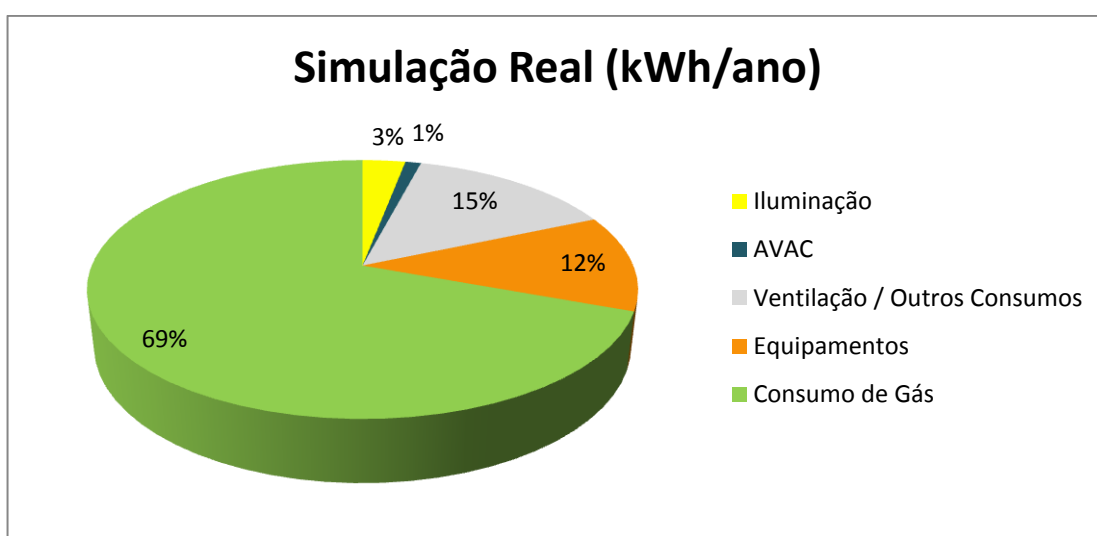


Figura 6.13- Desagregação simulação real.

Consumo Medições kWh/ano	1.715.571,41
Consumo Simulação Real kWh/ano	1.700.210,86

Oscilação	0,9%
-----------	------

Tabela 6.5- Tabela verificativa da oscilação entre a simulação real e as medições energéticas.

Como se pode verificar a oscilação entre as medições e a simulação real é inferior a 10% logo o modelo obedece aos parâmetros de conformidade estabelecidos pelo RSECE podendo-se prosseguir para a simulação nominal.

6.4 Simulação Nominal

A simulação nominal tem como objectivo verificar os consumos do edifício em condições ideais de funcionamento para a atribuição da classe energética.

Esta simulação nominal segue os mesmos princípios que a simulação real, mas tem a particularidade de diferir nos perfis utilizados, nas densidades de ocupação e equipamentos.

Os perfis nominais a ter em conta são os existentes no decreto de lei N°67 – 4 Abril de 2006 (RSECE), assim como as densidades referidas no parágrafo anterior.

Contudo existem dados que se mantêm inalteráveis e são eles a densidade de iluminação, os valores do COP e EER das máquinas consideradas para a climatização dos espaços bem como o perfil de AVAC e os dados climáticos, de resto todos os valores terão de corresponder aos verificados no decreto de lei N°67 – 4 de Abril de 2006 para Clubes Desportivos com Piscinas.

Os perfis utilizados para a simulação nominal com vista à obtenção dos consumos e posterior atribuição da classe energética são os seguintes:

Horas	% Ocupação		
	Segunda a Sexta	Sábado	Domingo
00h a 1h	0%	0%	0%
1h a 2h	0%	0%	0%
2h a 3h	0%	0%	0%
3h a 4h	0%	0%	0%
4h a 5h	0%	0%	0%
5h a 6h	0%	0%	0%
6h a 7h	0%	0%	0%
7h a 8h	25%	25%	0%
8h a 9h	75%	75%	0%
9h a 10h	75%	75%	0%
10h a 11h	100%	100%	0%
11h a 12h	100%	100%	0%
12h a 13h	100%	100%	0%
13h a 14h	100%	100%	0%
14h a 15h	100%	100%	0%
15h a 16h	100%	100%	0%
16h a 17h	100%	100%	0%
17h a 18h	100%	100%	0%
18h a 19h	100%	100%	0%
19h a 20h	100%	100%	0%
20h a 21h	50%	50%	0%
21h a 22h	0%	0%	0%
22h a 23h	0%	0%	0%
23h a 00h	0%	0%	0%

Tabela 6.6- Perfil de ocupação [15].

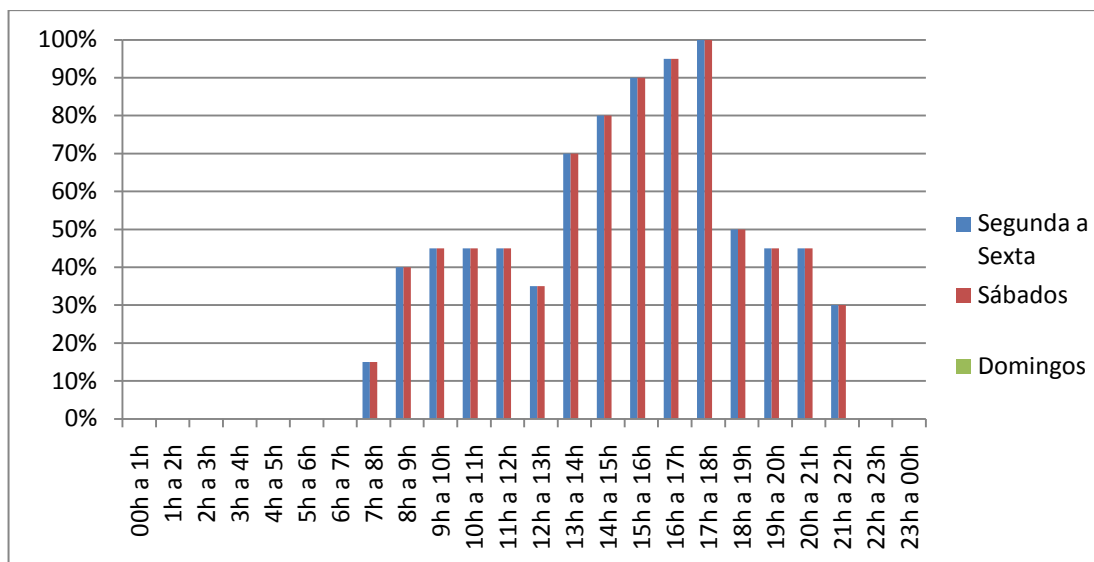


Figura 6.14- Gráfico perfil de ocupação.

Horas	% Equipamentos		
	Segunda a Sexta	Sábado	Domingo
00h a 1h	0%	0%	0%
1h a 2h	0%	0%	0%
2h a 3h	0%	0%	0%
3h a 4h	0%	0%	0%
4h a 5h	0%	0%	0%
5h a 6h	0%	0%	0%
6h a 7h	0%	0%	0%
7h a 8h	15%	15%	0%
8h a 9h	40%	40%	0%
9h a 10h	45%	45%	0%
10h a 11h	45%	45%	0%
11h a 12h	45%	45%	0%
12h a 13h	35%	35%	0%
13h a 14h	70%	70%	0%
14h a 15h	80%	80%	0%
15h a 16h	90%	90%	0%
16h a 17h	95%	95%	0%
17h a 18h	100%	100%	0%
18h a 19h	50%	50%	0%
19h a 20h	45%	45%	0%
20h a 21h	45%	45%	0%
21h a 22h	30%	30%	0%
22h a 23h	0%	0%	0%
23h a 00h	0%	0%	0%

Tabela 6.7- Perfil de equipamentos [15].

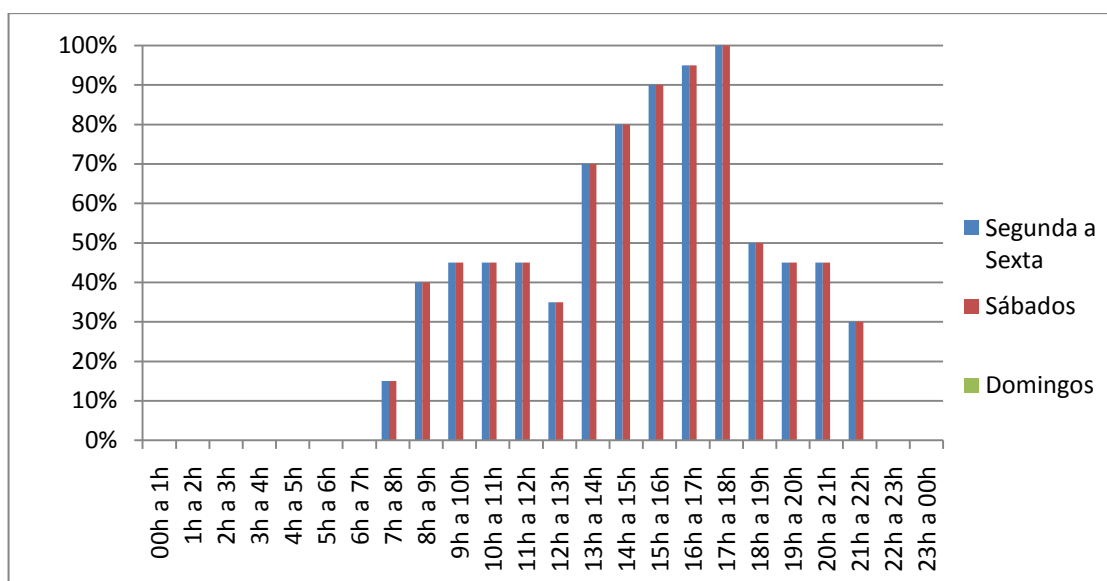


Figura 6.15- Gráfico perfil de equipamentos.

Horas	% Iluminação		
	Segunda a Sexta	Sábado	Domingo
00h a 1h	0%	0%	0%
1h a 2h	0%	0%	0%
2h a 3h	0%	0%	0%
3h a 4h	0%	0%	0%
4h a 5h	0%	0%	0%
5h a 6h	0%	0%	0%
6h a 7h	0%	0%	0%
7h a 8h	15%	15%	0%
8h a 9h	40%	40%	0%
9h a 10h	45%	45%	0%
10h a 11h	45%	45%	0%
11h a 12h	45%	45%	0%
12h a 13h	35%	35%	0%
13h a 14h	70%	70%	0%
14h a 15h	80%	80%	0%
15h a 16h	90%	90%	0%
16h a 17h	95%	95%	0%
17h a 18h	100%	100%	0%
18h a 19h	50%	50%	0%
19h a 20h	45%	45%	0%
20h a 21h	45%	45%	0%
21h a 22h	30%	30%	0%
22h a 23h	0%	0%	0%
23h a 00h	0%	0%	0%

Tabela 6.8- Perfil de iluminação [15].

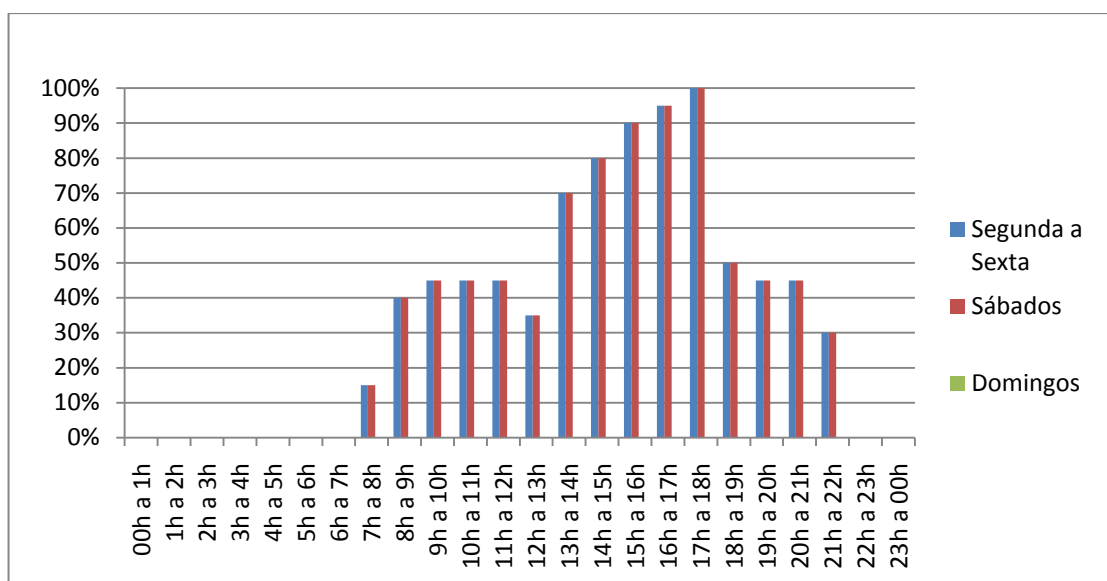


Figura 6.16- Gráfico perfil de iluminação

As densidades de ocupação e de equipamentos previstas no RSECE e a ter em conta para a simulação nominal são as apresentadas a baixo, a densidade de iluminação e como já foi dito anteriormente é obtida através de calculo.

Perfis variáveis de acordo com os valores das tabelas	
	Densidades
Ocupação	7m ² /Ocupante
Iluminação	-----
Equipamento	1 W/m ²

Tabela 6.9- Densidades nominais [15].

6.4.1 Resultados da Simulação Nominal

Estando o programa carregado com os dados necessários para a certificação energética procedesse à simulação do modelo.

Após a simulação são verificados os dados de output do programa e tratados para serem inseridos no programa EXEL.

	Consumo dos Equipamentos kWh	Consumo de Iluminação kWh	Consumo para Aquecimento kWh	Consumo para Arrefecimento kWh
Janeiro	328,9797	3749,561	44214,88	12,21472
Fevereiro	315,8205	3599,579	37175,76	58,93956
Março	355,2981	4049,526	30061,04	265,7063
Abril	315,8205	3599,579	15400,79	1044,581
Maio	355,2981	4049,526	8122,938	4296,701
Junho	342,1389	3899,544	3217,447	10625,57
Julho	342,1389	3899,544	942,8054	14669,88
Agosto	355,2981	4049,526	895,6668	14923,77
Setembro	342,1389	3899,544	2432,575	9926,346
Outubro	342,1389	3899,544	10123,1	2287,674
Novembro	342,1389	3899,544	28585,43	66,68172
Dezembro	315,8205	3599,579	40278,71	2,491065
Total	4053,03	46194,596	221451,1422	58180,55537

Tabela 6.10- Dados output simulação nominal.

Os gráficos seguintes mostram o comportamento do edifício contabilizando os factores internos e externos do projecto, tendo em consideração os valores nominais.

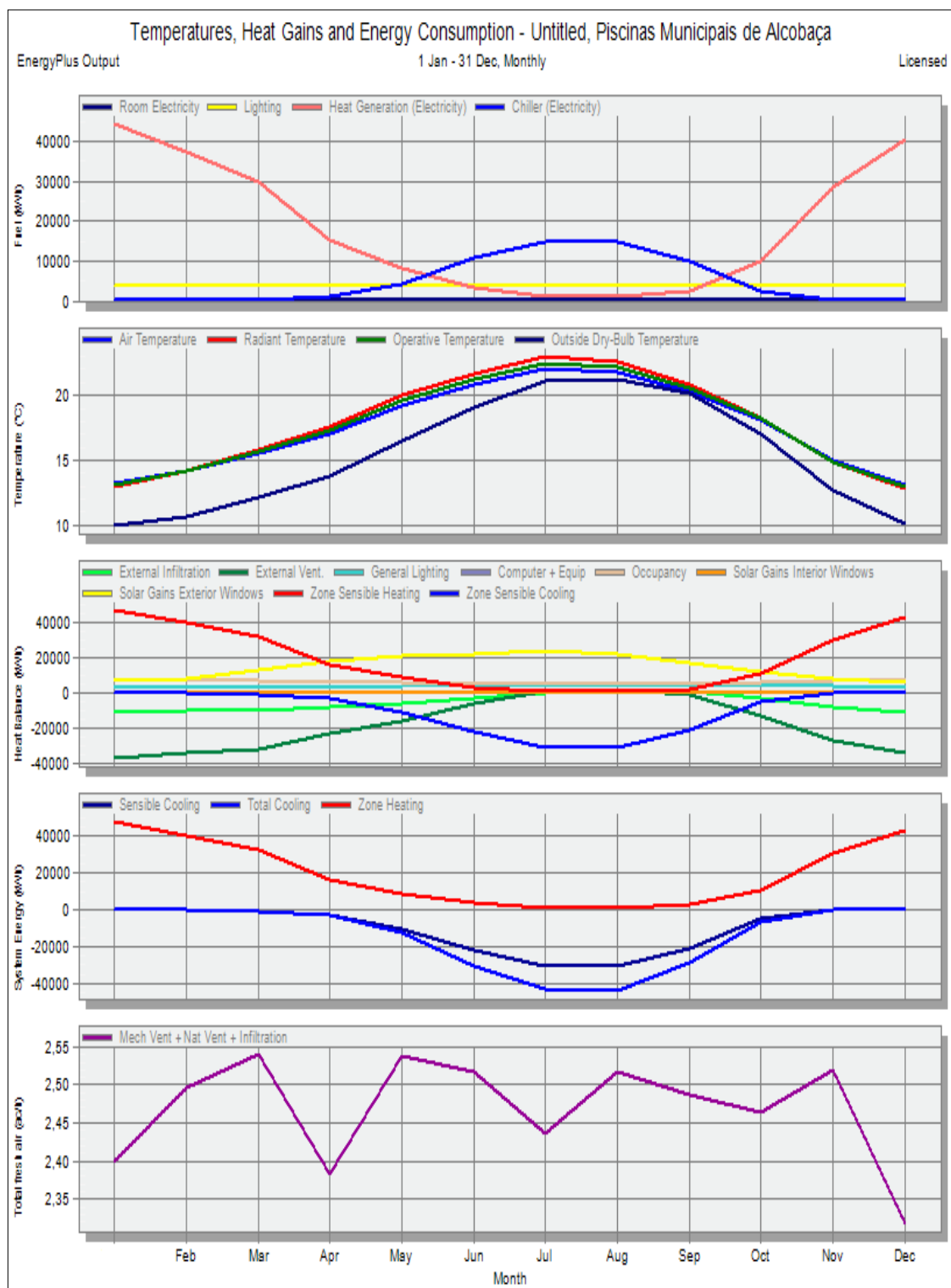


Figura 6.17- Output EnergyPlus do comportamento energético do edifício simulação nominal.

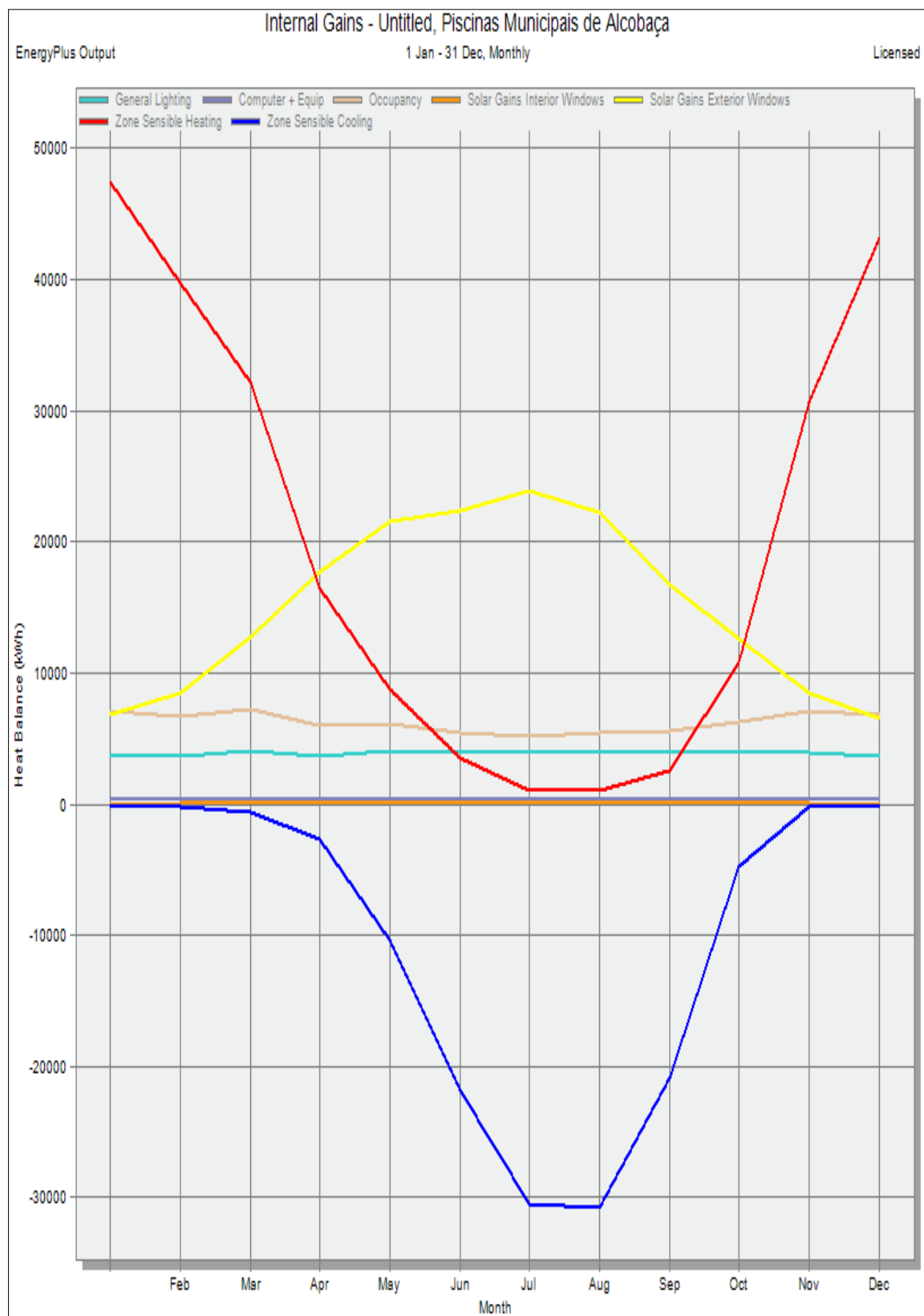


Figura 6.18- Output EnergyPlus dos ganhos internos simulação nominal.

A tabela seguinte foi retirada do programa de EXEL e tem como objectivo a apresentação da classe energética das piscinas Municipais de Alcobaça. Nesta tabela foram carregados os valores de output da simulação nominal e também os consumos calculados à parte uma vez que o programa EnergyPlus tem a limitação de não calcular os consumos destinados à ventilação, aquecimento das piscinas e AQS.

Tabela 6.11- Consumos energéticos do edifício e classe energética.

Terminado o processo de preenchimento da tabela com todos os dados necessários à extracção da classe energética, verifica-se que as piscinas Municipais de Alcobaça apresentam uma classe energética de **G**, esta classe demonstra que o edifício em estudo é pouco eficiente e que os valores obtidos excedem em muito os pretendidos para o cumprimento do RSECE.

Para que haja a validação do modelo para a certificação é necessária a obtenção da classe energética **D**, uma vez que é a classe mínima aceitável pela ADENE para edifícios existentes, para isso o valor final deveria de estar compreendido entre 33,5 kgep/m².ano e 42 kgep/m².ano, como é demonstrado a seguir.

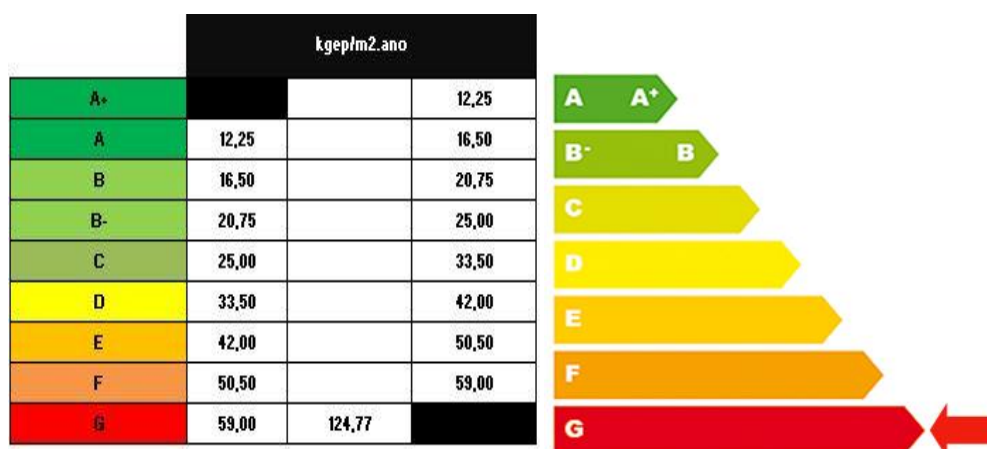


Figura 6.19- Classe energética das piscinas municipais de Alcobaça.

Uma vez que a classe energética obtida é **G**, a mais desfavorável na escala da certificação é necessário e como já foi referido anteriormente no ponto **3.3** elaborar um PRE.

Este PRE tem como finalidade actuar na redução de consumos e identificar medidas de melhoria que visem essa mesma redução.

Após cumprido todo este processo que envolve a aplicação do PRE, o edifício é novamente simulado, são contabilizados os novos consumos e é atribuída a classe energética, que se espera ser no mínimo **D** e assim permitir a certificação do edifício.

7. ESTUDO DE MEDIDAS DE MELHORIA ENERGÉTICA

Este capítulo tem o objectivo de propor medidas de melhoria energética para tornar o edifício das piscinas municipais de Alcobaça economicamente mais sustentável.

As medidas de melhoria incidiram sobre:

- Envidraçados
- Iluminação
- AQS
- Aquecimento da água das piscinas
- Potência Reactiva

Para tal foram pedidos orçamentos a empresas especializadas em eficiência energética para melhorar os pontos acima descritos e ver se é viável economicamente a sua aplicação.

Para verificar o período de retorno das medidas de eficiência energética é utilizada a fórmula existente no decreto de lei N.º67 – 4 de Abril de 2006 – RSECE, os preços da energia considerados são os valores médios das facturas disponibilizadas, 0,04 €/kWh para o gás e 0,085 €/kWh para os consumos eléctricos [15].

(17)

$$PRS = \frac{Ca}{P_l}$$

PRS – Período de retorno simples

Ca – Custo adicional do investimento, calculado pela diferença entre o custo inicial da solução base, isto é, sem alternativa de maior eficiência energética, e o da solução mais eficiente, estimada aquando da construção do sistema, com base na melhor informação técnica e orçamental ao dispor do projectista.

P_l – Poupança anua resultante da aplicação da alternativa mais eficiente, estimada com base em simulações anuais, detalhadas ou simplificadas do funcionamento do edifício e seus sistemas energéticos, conforme aplicável em função da sua tipologia e área útil do edifício, nos termos do presente regulamento, da situação base e da situação com a solução mais eficiente.

7.1 Aplicação de Películas nos Envidraçados

Hoje em dia uma grande parte das fachadas dos edifícios é composta por painéis de envidraçados que não protegidos convenientemente levam ao aumento do consumo da climatização.

Como foi referido anteriormente as piscinas municipais de Alcobaça têm um total de 330 m² de elementos translúcidos, onde será efectuada a aplicação das películas de protecção solar exteriores, a aplicação de películas de protecção solar visa reduzir em grande parte os consumos destinados à climatização.

Após recepção do orçamento e da verificação das características da película, todos os envidraçados existentes nas piscinas municipais de Alcobaça foram modelados tendo em conta os valores referência da película de protecção solar.

Após a modelação dos envidraçados e da introdução dos dados no programa de simulação dinâmica, simulou-se o edifício para verificar, se com a aplicação das películas de protecção solar existia efectivamente uma redução dos consumos.



CERTIFICADO DE QUALIDADE ISO 9001:2008 (CERTIFICADO GB95/5381)

Tipo de Vidro	Simplex 4mm	Duplo incolor 4/12/4	
Transmissão de Energia Solar	11%	10%	✓ Película reflectora de protecção solar e privacidade: a solução óptima para edifícios expostos a ganhos solares excessivos e sujeitos a elevados custos com o arrefecimento.
Reflexão de Energia Solar - Ext	62%	62%	✓ Tecnologia Helios®: Polímero híbrido especial patenteado, com camada protectora anti-risco: incremento da longevidade da película e facilidade de limpeza.
Absorção de Energia Solar	27%	28%	✓ Melhoria significativa das condições de trabalho e do conforto devido à elevada redução dos ganhos solares excessivos.
Transmissão de Luz Visível	14%	13%	✓ Redução do consumo de ar condicionado e redução dos custos energéticos, com payback potencial inferior a 3 anos.
Reflexão de Luz Visível - Ext	64%	64%	✓ Redução de emissões de CO ₂ em dezenas de toneladas/ano.
Reflexão de Luz Visível - Int	63%	61%	✓ Privacidade durante o dia – efeito “espelho” apenas num sentido (a maior reflexão da película é feita para o lado com maior intensidade luminosa).
Transmissão UV	<1%	<1%	✓ Excelente redução do Encandeamento, diminuindo reflexos e a tensão ocular.
Coef. Sombreamento (Valor b)	0,20	0,16	✓ Excelente protecção UV, integrada na película de poliéster: redução da descoloração dos têxteis, mobiliário, pavimentos e objectos de arte.
Emissividade	0,70	0,70	
Valor U (EN 673 W/m ² K)	5,80	2,9	
Redução do Encandeamento	84%	85%	
Valor g	0,18	0,14	
Rejeição Total da Energia Solar	82%	86%	
Cor da Película	Prata Escuro		
Espessura da película	60μ		
Protecção anti-risco	Sim		

Figura 7.1- Características das películas de protecção solar.

Edit glazing - Vidro com película ACB	Edit glazing - Piscinas ACB Vidro Duplo U=2,9 com película
Glazing Data	Glazing Data
Layers Calculated	Layers Calculated
Calculated Values	Calculated Values
Total solar transmission (SHGC)	0,18
Direct solar transmission	0,089
Light transmission	0,881
U-value (EN 673) (W/m ² -K)	5,752
U-Value (W/m²-K)	5,800
Total solar transmission (SHGC)	0,141
Direct solar transmission	0,06
Light transmission	0,881
U-value (EN 673) (W/m ² -K)	2,936
U-Value (W/m²-K)	2,900

Figura 7.2- Input das características das películas no DB

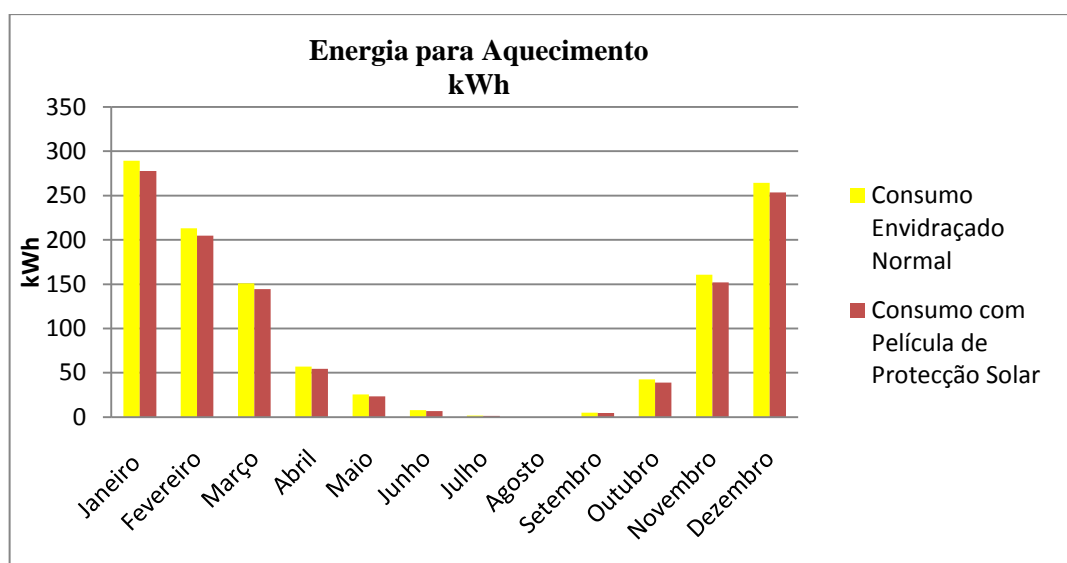


Figura 7.3- Gráfico de consumo de energia para aquecimentos sem e com películas

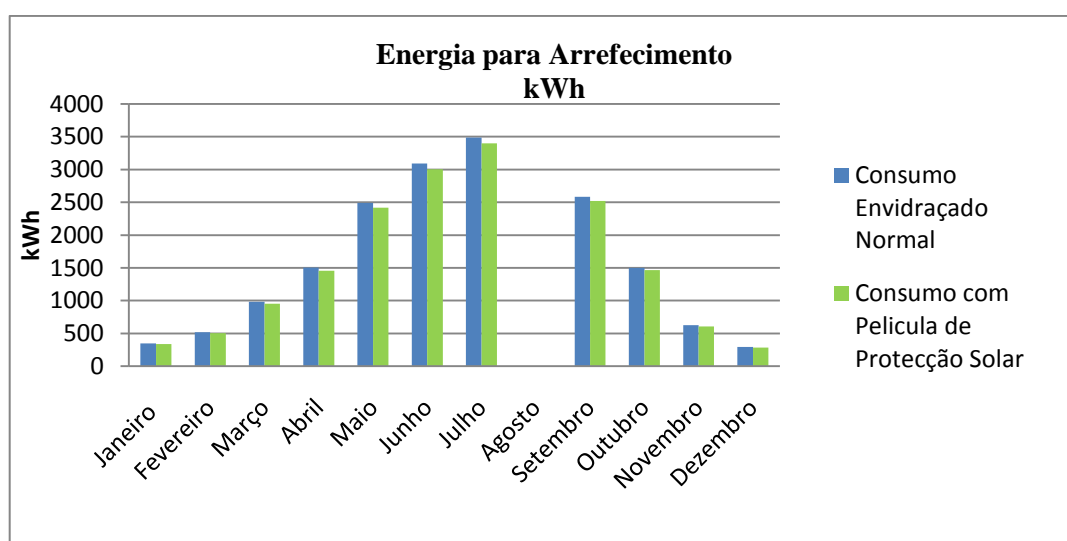


Figura 7.4- Gráfico de consumo de energia para arrefecimento sem e com películas

Consumo Total			
Envidraçado Normal		Envidraçado com Película de Protecção Solar	
Energia para Aquecimento kWh	Energia para Arrefecimento kWh	Energia para Aquecimento kWh	Energia para Arrefecimento kWh
1.217,85	17.428,91	1.161,55	16.949,17

Tabela 7.1- Consumos anuais de energia gasta para climatização sem e com películas.

	Redução de Consumos		Aplicação Película Protectora	Poupança Anual	Período de Retorno
	Energia para Aquecimento kWh	Energia para Arrefecimento kWh	€	€	Anos
	56,30	479,74			
Σ Redução dos Consumos kWh	536,04		8.500,00	56,11	151

Tabela 7.2- Investimento e período de retorno da aplicação das películas solar térmicas.

As tabelas e os gráficos acima evidenciam os valores de output do programa EnergyPlus após a consideração das novas características dos envidraçados, verifica-se que existe uma ligeira redução dos consumos destinados à climatização de 536 kWh/ano, logo uma poupança anual.

Efectuados os cálculos para verificar se compensa a aplicação da medida de melhoria, conclui-se que o período de retorno é muito elevado inviabilizando assim este estudo.

A aplicação das películas de protecção solar nas envolventes translúcidas têm o custo de 8.500,00 €, a este valor acresce a taxa de IVA em vigor.

7.2 Substituição da Iluminação

Como medida de melhoria e para a obtenção de uma maior eficiência energética, é proposto a troca da iluminação existente no edifício por uma mais eficiente, ou seja, com uma potência inferior á actual de forma a reduzir os consumos na factura de electricidade e assim obter uma melhoria económica.

À semelhança do ponto anterior também foi pedido um orçamento para a substituição da iluminação, com a preocupação de garantir o fluxo luminoso necessário para o bom funcionamento do edifício.

O fluxo luminoso pode definir-se pela quantidade total de luz radiada ou emitida por uma fonte em cada segundo, medida em lúmens (lm) na tensão nominal de funcionamento [11]. Esta grandeza influencia a eficiência do equipamento, mas não é uma medida da eficiência energética, porque

existem lâmpadas com a mesma potência irradiando fluxos luminosos diferentes. Daí quando propomos uma melhoria tem de se ter em conta um fluxo luminoso equivalente à lâmpada existente.

Para verificar a viabilidade desta medida foi utilizado o programa de simulação EnergyPlus, em que, as densidades de iluminação real foram alteradas tendo em conta as potências consideradas para a medida de melhoria.

	Iluminação					
Potência da Lâmpada existente no edifício (W)	58	36	18	150	400	500
Potência da Lâmpada de substituição (W)	35	26	14	30*	150*	150*
Nº de lâmpadas	87	76	27	18	28	5
Preço Unitário da lâmpada de substituição (€)	27,90	25,45	20,90	99,95	595,95	595,95
Preço Total (€)	2.427,30	1.934,20	564,30	1.799,10	16.686,60	2.979,75
Custo total de Investimento (€)	26.391,25					

* Lâmpadas do tipo Led, as restantes são do tipo fluorescente tubular T5.

Tabela 7.3- Substituição da iluminação e custo do investimento

Modelado o programa de simulação com as novas densidades, é necessário voltar a simular o programa para se achar os novos valores de consumo da iluminação.

Concluída a simulação os valores de out put do programa EnergyPlus referente ao consumo da iluminação são os seguintes:

Data	Iluminação kWh
Janeiro	2.555,28
Fevereiro	2.444,12
Março	2.777,60
Abril	2.388,19
Maio	2.777,60
Junho	2.666,44
Julho	2.610,51
Agosto	21,74194
Setembro	2.610,51
Outubro	2.666,44
Novembro	2.666,44
Dezembro	2.388,19
Total	28.573,08

Tabela 7.4- Output dados DB com aplicação da melhoria de iluminação.

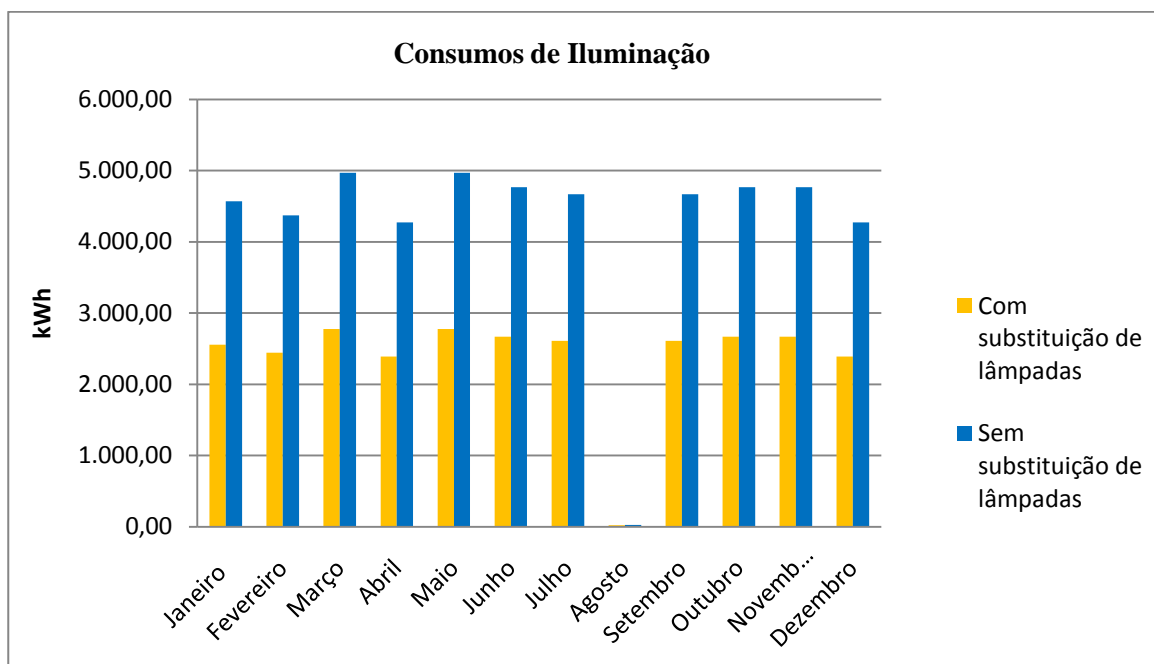


Figura 7.5- Gráfico comparativo dos consumos de iluminação.

Comparativamente com a simulação sem a substituição das luminárias verifica-se que o consumo reduz para cerca de metade, como é perceptível no gráfico 7.5, significando que a medida do ponto de vista financeiro favorece a poupança.

Consumo sem alteração das Luminárias (kWh)	Consumo com alteração das Luminárias (kWh)	Diferença de Consumos (kWh)	Poupança Financeira (€)	Investimento (€)	Período de Retorno (anos)
51.092,40	28.573,08	22.519,32	1.916,52	26.391,25	14

Tabela 7.5- Consumos anuais de iluminação e período de retorno do investimento.

Esta medida de melhoria promove a redução dos consumos e consecutivamente a dos custos da factura de electricidade, contudo o investimento é elevado e o seu período de retorno é de 14 anos, o que a torna menos apetecível em termos de aplicação, mas face à poupança energética obtida esta medida não deve ser desconsiderada, uma vez que reduz significativamente os consumos energéticos.

Esta medida de melhoria foi pensada para a substituição total da iluminação e não para uma substituição faseada, certo que se a substituição da iluminação ocorrer por fases, ou seja, à medida que as luminárias existentes forem terminando o tempo de vida útil o período de retorno vai ser inferior ao calculado.

7.3 Instalação de Painéis Solares Térmicos

Com a perspectiva de se obter uma redução dos consumos de gás foi consultada uma empresa ligada à eficiência energética, para dimensionar um sistema solar térmico para o aquecimento das AQS das piscinas municipais de Alcobaça, o dimensionamento teve em consideração a ocupação média que rondam as 1.500 pessoas por dia, ou seja o sistema solar térmico terá de ter uma capacidade para aquecer 37.500 l de água.

Este sistema terá ligado em paralelo um circuito de apoio alimentado pela caldeira de forma a garantir sempre e em alturas de fraca fracção solar as necessidades mínimas de AQS.

Analizadas as facturas de gás, separaram-se os consumos para o aquecimento das piscinas e para as AQS, assim consegue-se ver de forma clara o consumo de gás despendido para aquecer estes dois circuitos.

Gás		
Ano	Mês	kWh
2011	Janeiro	146877,00
2011	Fevereiro	134769,00
2011	Março	139181,00
2011	Abril	105105,00
2011	Maio	102709,00
2011	Junho	91499,00
2010	Julho	72758,00
2010	Agosto	22831,00
2010	Setembro	75366,00
2010	Outubro	66819,00
2010	Novembro	91669
2010	Dezembro	130395,00
Total		1.179.978,00

Tabela 7.6- Consumo anual de gás.

Para o cálculo da energia gasta para aquecer as AQS das piscinas de Alcobaça foi utilizada a seguinte formula:

(18)

$$E = C_{\dot{A}gua} \times Cp_{\dot{A}gua} \times (T_2 - T_1) = kJ$$

E – Energia necessária para aquecer um litro de água (kJ)

$C_{\dot{A}gua}$ – Consumo de água (l)

$Cp_{\dot{A}gua}$ – Calor específico da água (kJ/kg.K)

T_1 – Temperatura inicial (K)

T_2 – Temperatura final (K)

Energia Gasta para aquecer 37.500 L de Água			Custo
kJ	kWh	kWh/ano	€
7.837.500,00	2.177,08	594.343,75	26.130,40

Tabela 7.7- Energia gasta para aquecer as AQS da piscina e custo.

Energia Gasta para Aquecer as Piscinas kWh/ano	Custo (€)
585.634,25	25.747,48

Tabela 7.8 - Energia gasta para aquecer a água das piscinas e custo.

O sistema solar térmico destinado ao aquecimento das AQS, ocupa uma área de 406 m² e tem uma capacidade de fornecer 327.031 kWh/ano.

O gráfico seguinte descreve as necessidades de energia para o aquecimento das AQS ao longo do ano bem como a produção estimada dos painéis solares térmicos.

O investimento desta melhoria, tem um custo de 330.000 € e também contabiliza a substituição dos depósitos de armazenamentos das AQS por uns mais eficientes, garantido assim menos dissipação da temperatura. Ao valor orçamentado acresce a taxa de IVA em vigor.

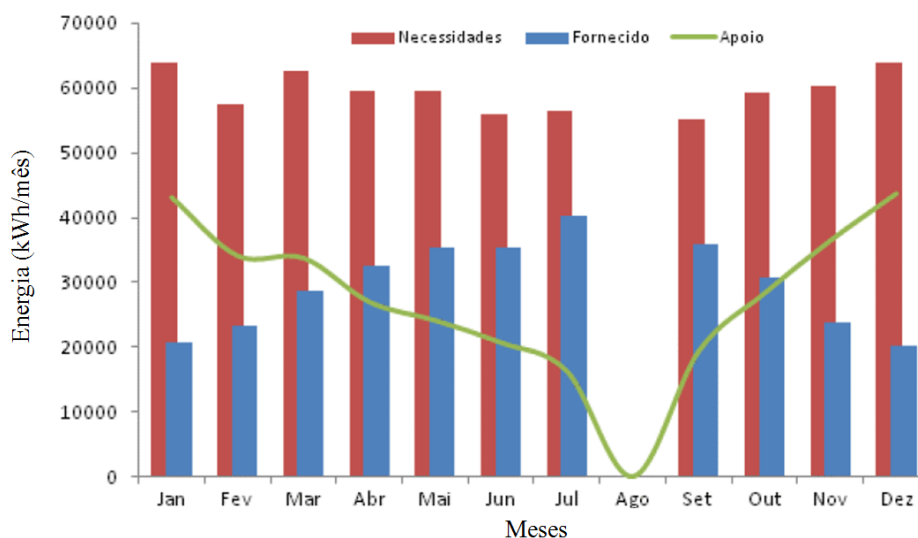


Figura 7.6- Energia fornecida pelo solar térmico e necessidades.

Aplicação do Solar Térmico	
Custo do Investimento (€)	Período de Retorno (Anos)
330.000,00	21

Tabela 7.9- Custo de investimento do solar térmico e período de retorno.

Podemos ver que este investimento também não é viável uma vez que apresenta um período de retorno muito elevado, apesar da medida trazer grandes benefícios para o ambiente a sua aplicação na óptica económica não se justifica, e isso deve-se em grande parte ao baixo preço do gás natural, que é bastante competitivo face ao solar térmico.

7.4 Substituição das Caldeiras a Gás Natural

Como alternativa ao gás a medida de melhoria proposta neste subcapítulo centra-se na substituição das caldeiras de gás natural por biomassa, esta substituição requer a aquisição de dois novos equipamentos, para tal foi pedido um orçamento tendo em contas as necessidades máximas (kWh) das piscinas municipais de Alcobaça para o aquecimento de águas.

O combustível utilizado neste tipo de caldeiras e o escolhido para este estudo é o pellet, com um PCI na ordem dos 4,667 kWh (decreto de lei N° 213 – 3 de Novembro de 2009), torna-se bastante atractivo no que toca a rendimentos de transferência de calor, para saber o preço do kg de pellets foi contactada uma empresa produtora do mesmo.

A tabela seguinte compara os custos relacionados com o consumo de gás natural com os de pellets, do qual se pode ver que com os pellets a poupança financeira é de, 21.628,95 € por ano, para os consumos considerados.

	Gás		Pellets		
	kWh	Custo (€)	Tonelas	€/kg	Custo (€)
Janeiro	146.877,00	6.303,37	31.471,39	0,12	3.776,57
Fevereiro	134.769,00	5.783,75	28.877,01		3.465,24
Março	139.181,00	5.973,09	29.822,37		3.578,68
Abril	105.105,00	4.679,48	22.520,89		2.702,51
Maior	102.709,00	4.572,81	22.007,50		2.640,90
Junho	91.499,00	4.073,72	19.605,53		2.352,66
Julho	72.758,00	3.122,48	15.589,89		1.870,79
Agosto	22.831,00	811,35	4.892,01		587,04
Setembro	75.366,00	3.234,41	16.148,70		1.937,84
Outubro	66.819,00	3.867,60	14.317,33		1.718,08
Novembro	91.669,00	3.950,99	19.641,95		2.357,03
Dezembro	130.395,00	5.596,03	27.939,79		3.352,77
Total	1.179.978,00	51.969,08	252.834,37		30.340,12

Tabela 7.10- Necessidades de gás e pellets para aquecer a água das piscinas e AQS.

Para fazer a armazenagem do combustível sólido (pellet) é necessária a aquisição de um silo, que estará interligado às caldeiras através de um alimentador automático, estes sistemas serão contabilizados no investimento total uma vez que também foram orçamentados.

Caldeira a Pellets Industrial Quioto 500				
Preço da Caldeira (€)	Potência kW	Nº de Caldeiras	Potencia Total Instalada kW	Custo (€)
52.942,50	500,00	2	1.000,00	105.885,00

	Silo de 15,7 Toneladas	Alimentador de Caldeira com Agitador
Custo (€)	6.760,57	19.245,60

Custo Total de Investimento (€)	Poupança Anual (€)	Período de Retorno (Anos)
131.891,17	21.628,95	6

Tabela 7.11- custo do investimento na troca das caldeiras e período de retorno.

Tendo em conta a actual escalada dos preços dos combustíveis fósseis, esta medida de melhoria é de considerar, uma vez que se consegue recuperar o investimento num prazo de 6 anos, e a nível ecológico é uma medida com vantagens para o meio ambiente pois trata-se de uma energia renovável.

7.5 Instalação de uma Bateria de Condensadores

Através da análise das medições energéticas verificou-se que o edifício das piscinas municipais de Alcobaça apresenta um baixo factor de potência, e como já foi referido anteriormente é bastante penalizador. Daí ter-se optado pela instalação de uma bateria de condensadores como medida de melhoria, uma vez que esta vai corrigir o factor de potência diminuindo os custos da factura de electricidade.

Em 1 de Janeiro de 2011 entrou em vigor o escalão correspondente a $\text{tg } \varphi \geq 0,5$ e em 1 de Janeiro de 2012 o referente ao escalão $0,3 \leq \text{tg } \varphi < 0,4$ e ainda a introdução do período de integração diário no cálculo (hoje mensal) para os clientes MAT, AT e MT.

Os factores multiplicativos a aplicar ao preço de referência de energia reactiva publicados pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, por escalão de facturação de energia reactiva indutiva são:

	Descrição	Fator multiplicativo
Escalão 1	Para $0,3 \leq \text{tg } \varphi < 0,4$	0,33 (a partir de 1.1.2012)
Escalão 2	Para $0,4 \leq \text{tg } \varphi < 0,5$	1,00
Escalão 3	Para $\text{tg } \varphi \geq 0,5$	3,00

Figura 7.7- Escalões de taxaço da energia reactiva [22].

Preço da energia reactiva	EUR/kVarh
Fornecida pela Rede (indutiva)	0,0226
Recebida pela Rede (capacitiva)	0,0169

Figura 7.8- Preço da energia reactiva [23].

Factor Multiplicativo	kvar	N ^a Horas de consumo Reactiva	Consumo kvarh	Dias	€
0,33	0	10	0	321	0
1,00	0	10	0	321	0
3,00	69,27	10	692,72	321	15.076,12

Tabela 7.12- Custo anual estimado da energia reactiva.

Através da tabela 7.13 é possível ver que o baixo factor de potência existente nas piscinas municipais de Alcobaça tem um peso significativo nos custos anuais da factura de electricidade.

As tabelas seguintes mostram os valores médios considerados para o dimensionamento da bateria de condensadores para as piscinas municipais de Alcobaça, de forma a prevenir a taxaço da energia reactiva.

Dados da Instalação			
P (kW)	cos φ	tg φ	Q (kvar)
59,69	0,6	1,33	79,59

Dados Ideais		
cos φ	tg φ	Q (kvar)
0,96	0,29	17,31

Qc (kvar)	62,28
-----------	-------

Tabela 7.13- Capacidade da bateria de condensadores

Efectuados os cálculos verifica-se que a bateria de condensadores ideal para as piscinas municipais de Alcobaça tem de ter uma potência de 62,28 kvar. Como o fornecedor escolhido, não tem em catálogo uma bateria de condensadores com essa capacidade escolheu-se um com capacidade aproximada, 68,75 kvar com compensação automática.

O orçamento para a compra da bateria de condensadores indica um preço de 3.665 €, com a instalação dos equipamentos recomendados e tem um período de retorno de 0,22 anos, como mostra a tabela seguinte.

Aos preços indicados acresce a taxa de IVA em vigor.

Custo Estimado da Energia Reactiva (€/Ano)	Custo da Bateria de Condensadores + Instalação (€)	Período de Retorno (Anos)
15.076,12	3.365	0,22

Tabela 7.14- Custo da bateria de condensadores e período de retorno.

Claramente a instalação de uma bateria de condensadores é uma medida viável com um baixo período de retornos esta medida beneficia claramente a poupança económica reduzindo os encargos financeiros da factura anual de electricidade.

Com esta medida era espectável que houvesse um benefício na classe energética do edifício mas tal não acontece, sendo os consumos energéticos elevados o $IEE_{real\ facturas}$ não sobre qualquer alteração mantendo-se assim a necessidade de um PRE.

8. CONCLUSÕES

Esta dissertação contribui para verificar o desempenho energético e a classe energética existente nas piscinas municipais de Alcobaça, para tal foi utilizado um processo de simulação dinâmica de edifícios tendo em conta a legislação em vigor.

Este estudo iniciou-se com uma auditoria energética ao edifício onde se tentou obter toda a informação possível quanto a equipamentos instalados, iluminação existente, materiais construtivos e perfis de funcionamento, na auditoria foram sentidas algumas dificuldades uma vez que o edifício não possui um PMP nem planta de AVAC detalhada, o que dificultou a identificação das características de alguns equipamentos bem como os caudais reais de insuflação de ar novo.

Foram efectuadas medições energéticas durante 4 dias da semana como o objectivo de identificar os pontos críticos de consumo e as variações existentes para obter um maior rigor para comparar com a simulação real. Analisados os consumos gerais registados pelos aparelhos de medição, pode-se concluir que as piscinas municipais de Alcobaça têm um perfil de consumo sem grandes alterações, existindo apenas um ligeiro aumento entre as 21 horas e as 11 horas tal deve-se à entrada em funcionamento das bombas circuladoras das piscinas.

Sendo as unidades desumidificadoras as unidades com maior potência encontrada e funcionando 24 horas por dia, são também os aparelhos que mais energia consomem daí o gráfico das medições gerais apresentar um perfil sem grandes mudanças., regista-se também que a hora de maior pico é entre as 7h e as 8h da manhã e isto deve-se em parte à entrada em funcionamento do edifício.

As medições energéticas tiveram um papel muito importante neste trabalho, uma vez que ajudaram a perceber melhor o funcionamento do edifício e os pontos onde se deve de actuar para melhorar as condições eléctricas.

Sendo a simulação dinâmica uma imposição obrigatória à atribuição da classe energética fez-se a simulação real com o objectivo de analisar os consumos existentes no edifício e compara-los com as medições energéticas, para tal o modelo foi calibrado tendo em conta o levantamento efectuado na auditoria energética.

Concluída a simulação real comparou-se os valores de output anuais resultantes do programa EnergyPlus com as medições energéticas para verificar se não ultrapassava os 10% de desvio, neste ponto em específico não foram sentidas dificuldades uma vez que o objectivo da calibração do modelo para dar continuidade ao processo de certificação foi atingido, registando-se um desvio inferior ao regulamentar.

Como o edifício se encontrava com um desvio inferior a 10% prosseguiu-se para a simulação nominal, foi feita uma nova modelação onde foram substituídos os valores e perfis considerados na simulação real, mantendo-se unicamente as características da localização, clima bem como a densidades de iluminação e os perfis de AVAC e ocupação.

Após a obtenção dos valores de output da simulação nominal, juntamente com os das facturas de gás, ventilação e iluminação das zonas não úteis, os resultados foram inseridos na folha de EXEL com vista à obtenção da classe energética.

A classe energética obtida foi de G esta classe resulta dos elevados consumos registados no edifício das piscinas municipais de Alcobaça, daí ser necessário a implementação de um PRE, o PRE tem como objectivo aplicar medidas de melhoria com vista à redução de consumos e consequente subida da classe energética para D uma vez ser a classe mínima aceitável para edifícios existente o que é o caso.

A aplicação das medidas recomendadas no PRE passam a ser obrigatórias caso contrário não é validado o certificado energético pelo perito qualificado e o edifício tem de encerrar até a situação estar regularizada.

Mas tratando-se de um edifício público de serviços, não se encontra por enquanto abrangido pela obrigatoriedade de ter um certificado energético, a legislação quando foi aprovada excluía os edifícios públicos salvaguardando assim os interesses do sector.

Para este edifício foram estudadas medidas de melhoria que visam a racionalização da energia e diminuição dos consumos energéticos e consequente poupança financeira.

A primeira medida proposta foi a aplicação de películas nos envidraçados das piscinas, com o objectivo de reduzir os consumos de climatização do edifício.

Com a aplicação desta medida efectivamente existiu uma diminuição dos consumos eléctricos despendidos para a climatização tal como foi possível verificar através da simulação dinâmica, só que ligeira, não justificando o investimento, uma vez que a poupança energética versos investimento conduzia a um período de retorno muito elevado. Esta medida talvez se justificasse caso o edifício estivesse um número maior de espaços climatizados e com uma grande quantidade de envidraçados.

Foi proposto também a troca da iluminação existente no edifício por uma com potências de iluminação inferiores, mas que salvaguardasse o fluxo luminoso existente, a iluminação proposta foi do tipo fluorescente tubular e LED. Com esta medida de melhoria conseguiu-se reduzir os consumos em cerca de 55%, uma poupança significativa, com tudo também se registou um período de retorno de 14 anos que é elevado para este tipo de propostas de melhoria, este elevado período de retorno deve-se ao custo da iluminação LED sendo uma tecnologia recente, este tipo de iluminação consegue grandes reduções de consumos mas a sua aplicação é bastante cara como é visível no orçamento pedido. Conclui-se então que esta medida de melhoria não é sustentável inviabilizando a sua aplicação, resta-me apenas recomendar a substituição gradual da iluminação existente, à medida que vá terminando o tempo médio de funcionamento.

Durante o decorrer da auditoria energética verificou-se que o edifício já tivera instalado um sistema solar térmico destinado ao aquecimento das AQS, constatou-se também que este sistema não correspondeu às expectativas, então e com a diversidade de soluções existente actualmente foi

proposto um novo e melhorado sistema solar térmico destinado ao aquecimento de 37500 l de água que são as necessidades médias das piscinas de Alcobaça.

A proposta para a aplicação do sistema solar térmico é bastante dispendiosa o que torna automaticamente esta medida de melhoria inviável, apesar de se obter uma poupança de cerca de 50%, o investimento de 330.000 € para uma poupança anual de 14.377,96 € não se justifica, tendo também como agravante o período de retorno ser superior ao da vida útil dos painéis solares térmicos, pode então concluir-se que a aplicação deste sistema acaba por não se revelar uma das melhores medidas em termos financeiros, mas acaba sempre por ser uma medida a ter em conta em termos ambientais.

Estando as piscinas equipadas com duas caldeiras a gás natural que servem todas as necessidades de AQS e aquecimento da água das piscinas, foi proposto a troca dessas caldeiras por duas caldeiras a biomassa (pellets), o objectivo desta medida é extinguir os consumos de gás.

A aplicação desta medida e tendo em conta todos os componentes adjacentes como silo e transporte dos pellets até ao queimador da caldeira, tem um período de retorno de 6 anos, o que é um período aceitável uma vez que estamos a falar de uma poupança na ordem dos 21.628,95 € ano. Na proposta pedida para o preço considerado do kg de pellet foi considerado o transporte e respectiva descarga nas instalações das piscinas de Alcobaça.

E para terminar a instalação da bateria de condensadores é a medida de melhoria que apresenta o melhor período de retorno.

Considerando os novos escalões para a energia reactiva, esta medida irá poupar cerca de 15.076,12 € ano, caso seja instalada a bateria de condensadores recomendada, o período de retorno para esta medida é de 0,22 anos, podemos concluir que esta aplicação tem grandes vantagens reduzindo os custos da factura eléctrica das piscinas municipais de Alcobaça, tendo em conta a poupança esperada e o período de retorno, a aplicação desta medida torna-se inevitável.

No contexto global pode-se concluir que os objectivos principais desta dissertação foram atingidos.

Bibliografia

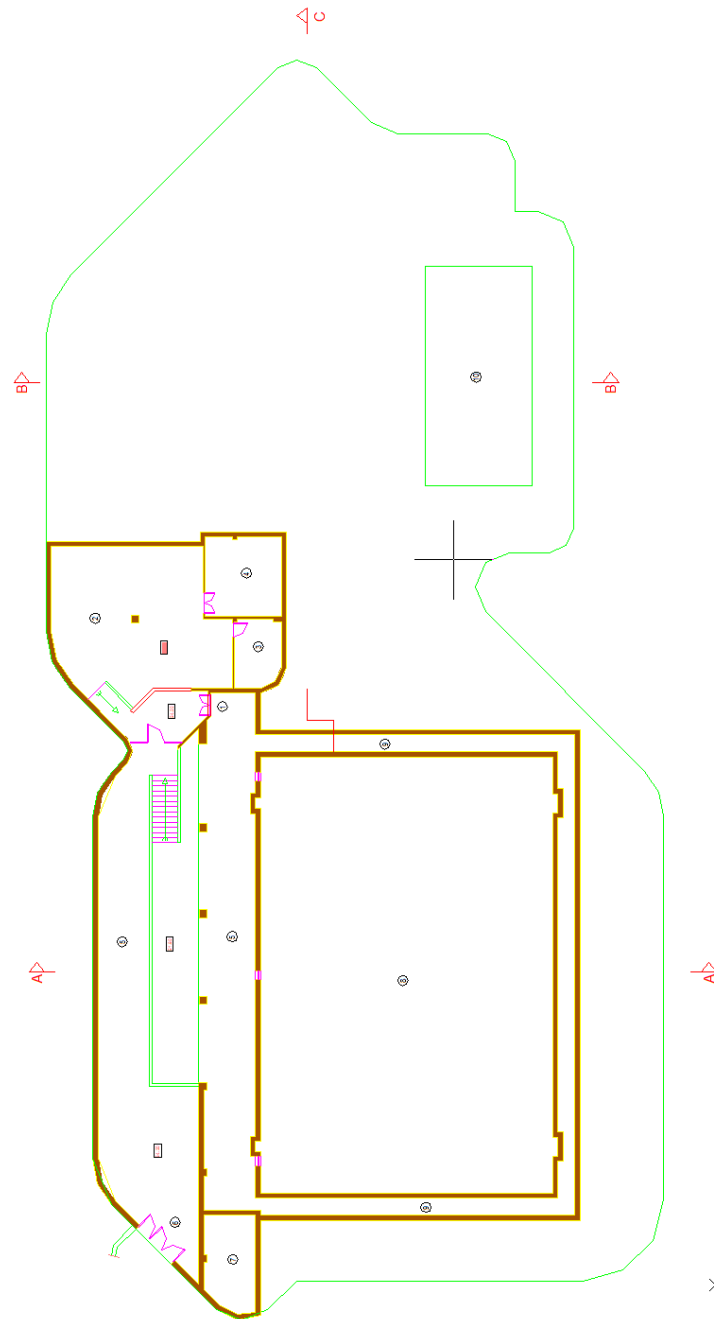
- [1]. **AIE.** Agencia Internacional da Energia, Oil market. [Online] 2007, <http://www.oilmarket.org/> (2007.03.02);
- [2]. **Petroleotec.** Preço do Brent em Londres. [Online] 2010, <http://www.petroleotec.com.br/category/economia/>
- [3]. **Publico.** Concentração de CO₂ na Atmosfera. [Online] 2012 <http://www.publico.pt/ciencia/noticia/concentracao-de-co2-na-atmosfera>
- [4]. **CSIRO.** Global Temperature Records. [Online] 2012, <http://www.csiro.au/en/Outcomes/Climate/Understanding/the-science-of-climate-change/Greenhouse-gases-and-climate-change.aspx>
- [5]. **Águas, M. .** Sebenta de Gestão de Energia. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2006
- [6]. **WUWT.** *World electricity production by fuel type* [Online] 2011, <http://wattsupwiththat.com/2011/11/18/make-29-on-your-money-guaranteed/>
- [7]. **Entidade Reguladora dos Serviços Enérgéticos.** *Plano de Promoção de Eficiência no Consumo de Energia Eléctrica.* [Online]. [Citação: 19 Janeiro de 2011]. <http://www.erse.pt>
- [8]. **Eficiência Energética.** [Online], 2011. http://www.eficienciaenergetica.com/DetalheConceitos.asp?ID_conteudo=91&ID_area=2&ID_sub_area=2
- [9]. **DGGE.** Estatísticas e Preços, Balanços e Indicadores de Energia em Portugal. [Online], 2011, <http://www.dgge.pt>
- [10]. **DGGE.** Caracterização Energética Nacional. [Online], 12 Fevereiro de 2008, <http://www.dgge.pt>
- [11]. **Presidencia do Conselho de Ministros.** Resolução do Conselho de Ministros nº 171/2004 - Aprova o Programa de Actuação para Reduzir a Dependência de Portugal face ao Petróleo, Diário da República nº 180/2004, série I - B de 24 de Novembro de 2004, pp 6920-6920.
- [12]. **Ministério da Economia e da Inovação .** *Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE):* [Versão Electrónica] 2008.
- [13]. **Direcção Geral de Energia e Geologia.** *Áreas Sectoriais.* [Online] [Citação: 15 de Janeiro de 2011]. <http://www.dgeg.pt>
- [14]. **Sistema de Certificação Energética (SCE).** Modelo dos Certificados de Desempenho Energético e da Qualidade do Ar Interior, Diário da República, 2ª série - Nº 69 - 8 de Abril de 2008 [Versão Electrónica] 2008.

- [15]. **Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações.** Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE), Diário da Republica nº 79/2006 série I - A de 4 de Abril de 2006. [Versão Electrónica] 2006.]
- [16]. **ADENE.** Perguntas e Respostas RSECE. *D.L.79/2006 de 4 de Abril.* [Versão Electrónica] 2006.
- [17]. **Sem Autor.** [Online] [Citação: 26 de Outubro de 2010.], <http://pwpiscina.blogspot.pt>
- [18]. **Monteiro, M. Fátima.** Instalações Eléctricas Industriais. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Coimbra 2004.
- [19]. **Roriz, Luis.** Climatização - Conceção, Instalação e Condução de Sistemas - 1ª Edição - Edições Orion - Lisboa, 2006.
- [20]. **Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações.** Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE). Diário da Republica nº 80/2006 série I - A de 4 de Abril de 2006. [Versão Electrónica] 2006.
- [21]. **ADENE.** *Nota Técnica NT-SCE-01, Valores por Defeito.*[Versão Electrónica] 2006.
- [22]. **EDP.** Tarifa da Energia Reactiva. [Online] 2012, <http://www.edp.pt/pt/empresas/informacoesuteis/Pages/novasRegrasEnergiaReativa.aspx>
- [23]. **EDP.** Tarifa da Energia Reactiva. [Online] 2012, <http://www.edpsu.pt/pt/tarifasehorarios/Pages/TarifaMT.aspx>

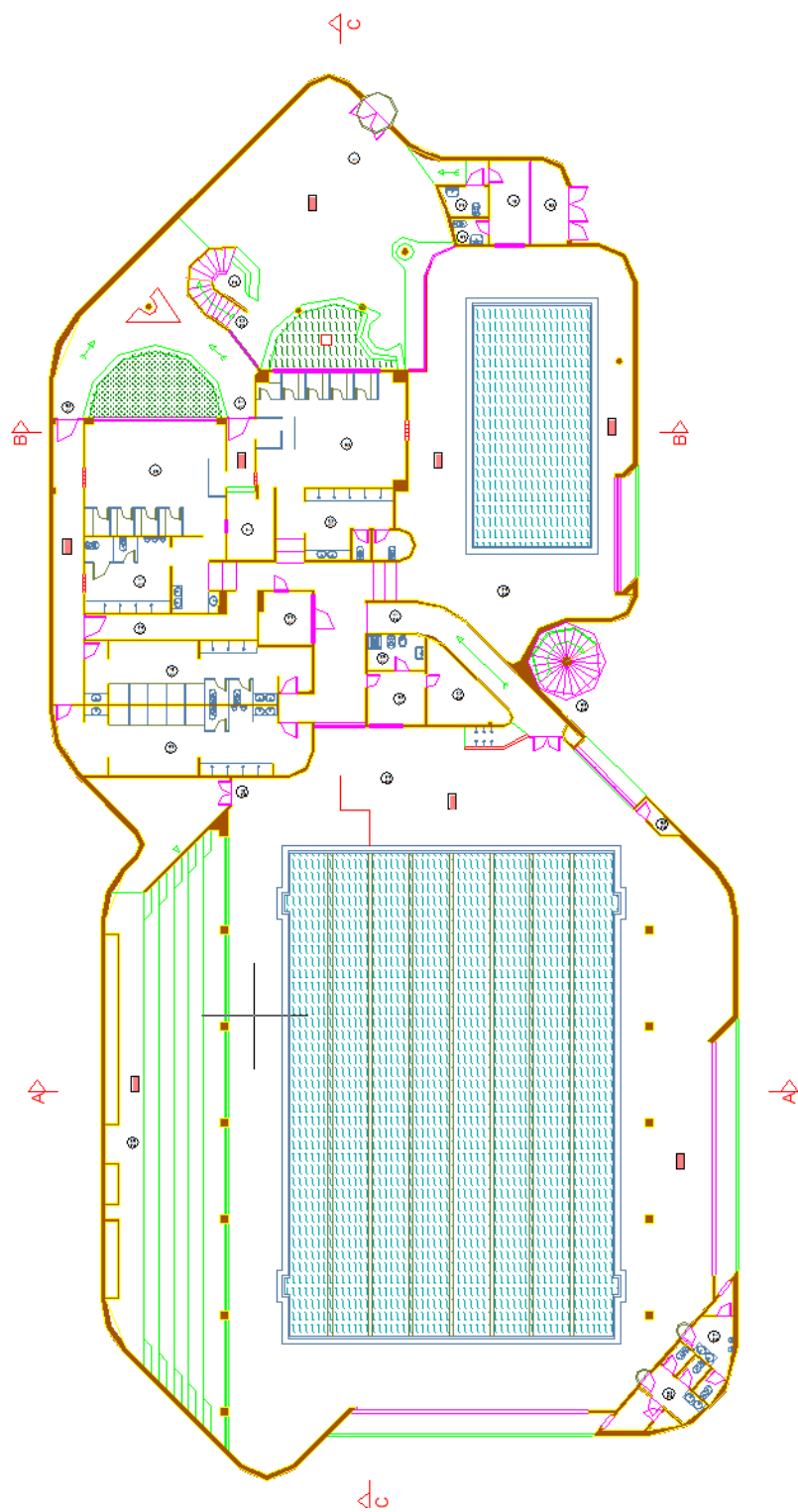
Anexos

Anexo 1

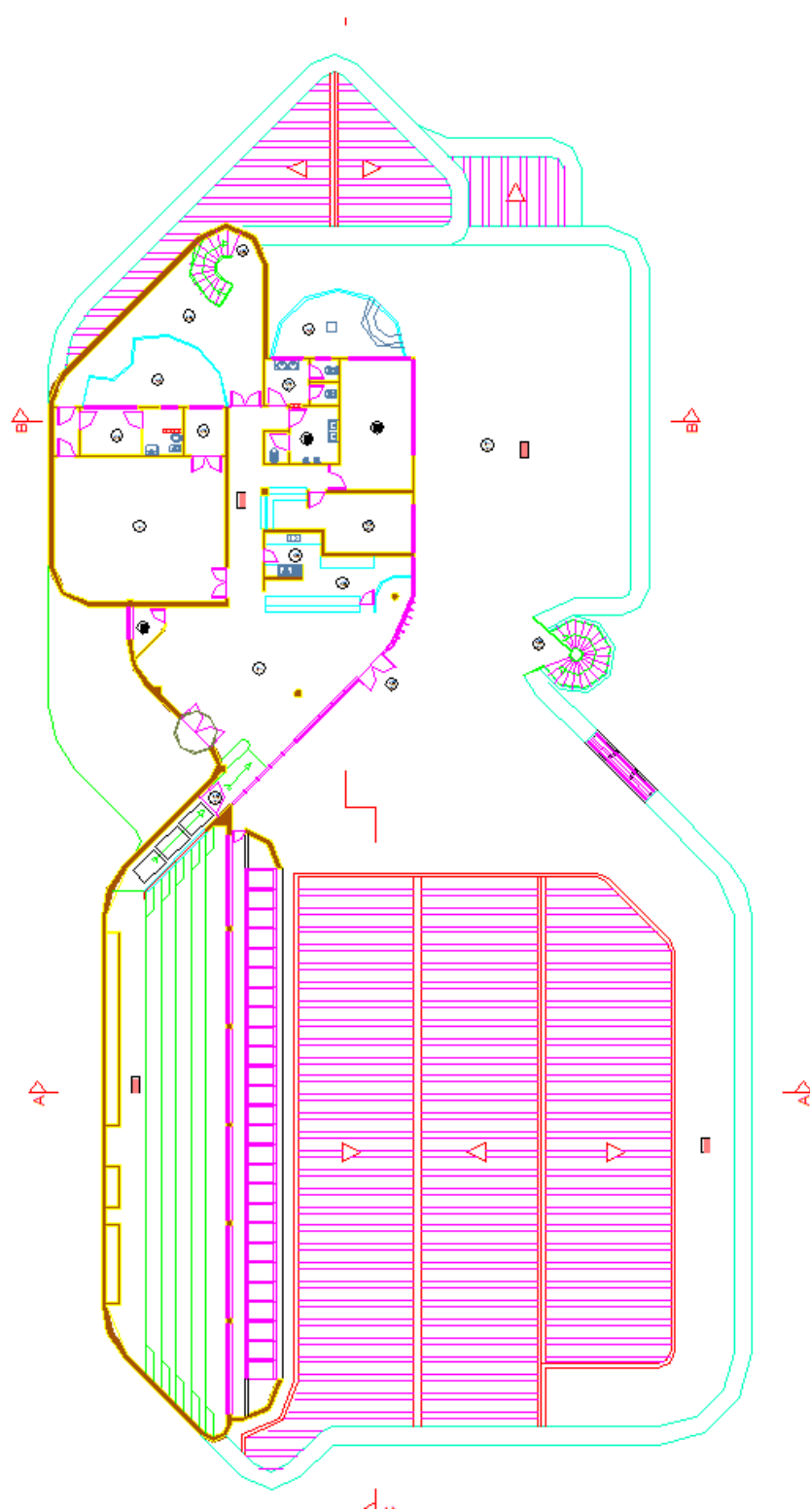
Neste anexo será apresentado as plantas de arquitectura do edifício, que foram consideradas para a construção 3D do mesmo bem como para a determinação das áreas.



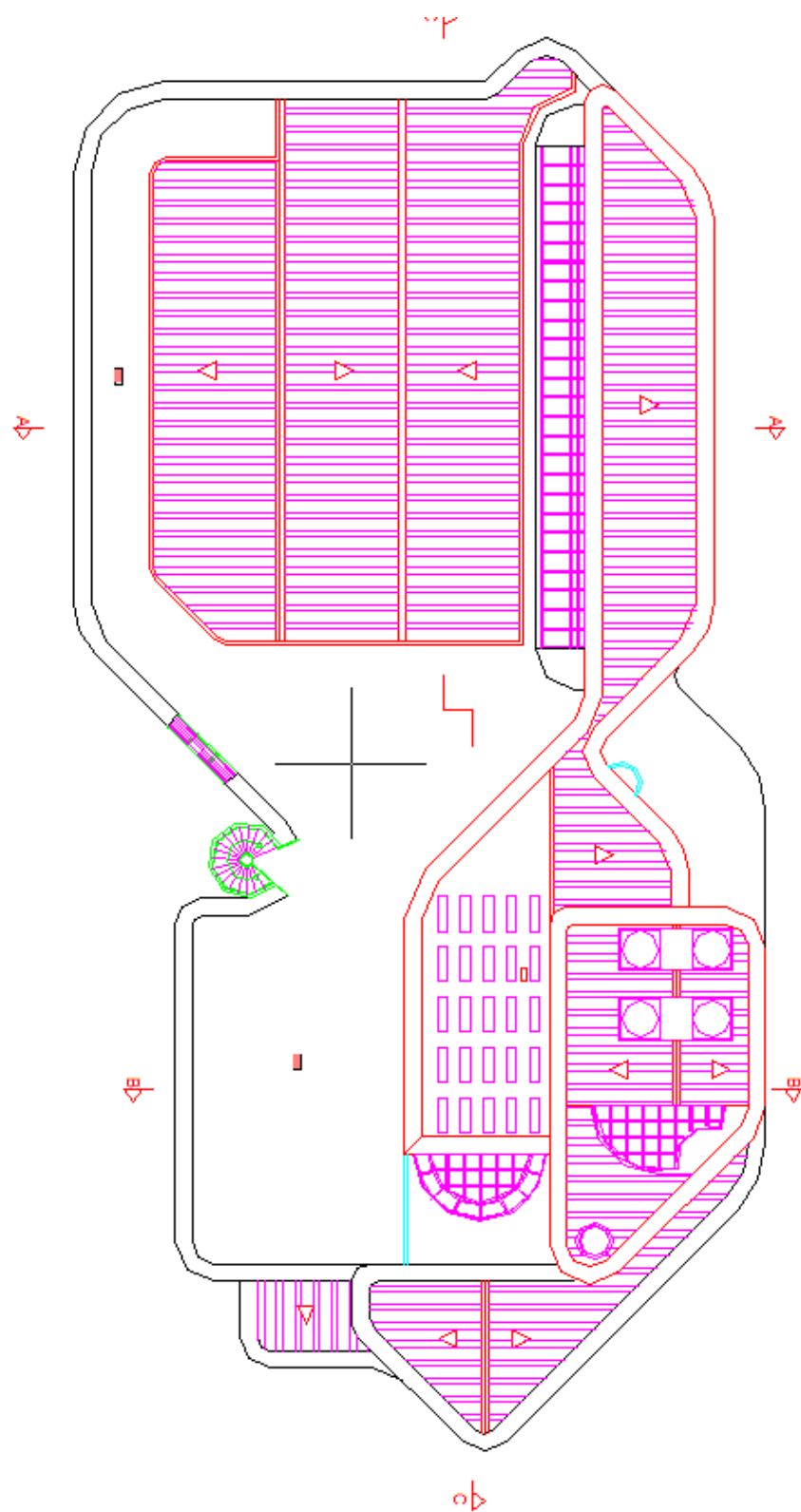
Planta da Cave



Planta do Piso 1



Planta do Piso 2



Planta da Cobertura

Anexo 2

Neste Anexo será apresentada uma tabela onde é possível ver as áreas consideradas para os cálculos da certificação energética bem como as zonas consideradas úteis e não úteis.

Espaço	Área Simulação DB	Diferença Áreas de Simulação e Cad	Área CAD	(U) Útil, (N) Não Útil ou (C(x)) Complementar
	Floor Área (m2)		Áreas	
Casa das Maquinas	364,7	-4,8	359,9	N
Arrumos Material	12,3	-2	10,3	U
Arrumação Ginásio	23,5	-3,3	20,2	U
Area Desportiva Piscina grande	835	18,8	853,8	U
WC Masculino	7,4	-0,6	6,8	U
WC Feminino	8,7	-0,9	7,8	U
Circulação Acesso Piscina Grande	22,4	-3,2	19,2	U
Sala de Professores	8,4	-0,5	7,9	U
WC Professores	5,8	-0,7	5,1	U
Vestibular Professores	12	-0,7	11,3	U
Casa de Depósitos Água	8,2	-1,3	6,9	N
Balneário Masculino 1	50,1	-6,6	43,5	U
Balneário Masculino 2	37,5	-2,1	35,4	U
Circulação Acesso Piscinas	46,6	-2,8	43,8	U
Balneário Feminino	162,4	-6,9	155,5	U
Piscina Pequena	229	-13,7	215,3	U
Circulação Acesso Balneários	27,3	-5,3	22	U
Hall de Entrada	211,3	3,9	215,2	U
Arrumos	10,2	-1,6	8,6	U
WC Funcionários 1	2,8	-0,6	2,2	U

WC Funcionários 2	3,7	-0,4	3,3	U
Acesso 1ºPiso	68,3	-24,1	44,2	U
Circulação Acesso Bancadas	99,7	-0,4	99,3	U
WC Feminino Pub	10,4	-2,1	8,3	U
WC Masculino Pub.	10	-1,2	8,8	U
Sala de Reuniões	26,4	-2,3	24,1	U
Gabinete Tecnico	20,7	-2,3	18,4	U
Bar	20,9	0,2	21,1	U
Mini Ginásio	66,3	-3,9	62,4	U
Arrumos	5,5	-0,9	4,6	U
Arquivo	8,2	-1,2	7	U
Arrecadação Bar	3,5	-0,5	3	U
Casa das Maq. Piscina Pequena	9,7	-2,2	7,5	N
Recepção	21,3	-1,3	20	U
WC	5,6	-1	4,6	U
Circulação	3,5	-0,8	2,7	U
Arrumos	1	-0,1	0,9	U
Reservatório de Água	18,2	-2,2	16	N
Zona Exterior 1	3,6	-0,1	3,5	N
Zone Exterior 2	1,1	0,16	1,26	N

Tipologia 1		
	Áreas (m2)	Pé Direito (m)
Clube Desportivo com Piscina		
Armazém (CA)		
Estacionamento (CE)		
Cozinha (CC)		
Lavandaria (CL)		
Área Útil Tipologia	2016,6	4,3
Espaços Não Úteis	395,1	2,8
Área Cálculo IEE	2016,6	4,3
Área Total tipologia (m2)	2411,7	4,1

Anexo 3

Este anexo apresenta o orçamento pedido para a aplicação das películas de protecção solar.



Comércio e Serviços, LDA.



PROPOSTA DE PREÇO: 8369/GM/12/MJ

Morada: Rua Almeida Negreiros N°2B Bairro de S. Francisco 2580-477 CAMARATE Tel: 219 480 274 Tlm: 916 184 923 Fax: 219 477 022 E-mail: comercial@espelhopaco.pt www.espelhopaco.pt	De: ESPELHOPACO, LDA. Maria João Lopes Departamento Comercial Tel.: 219 480 274 Fax: 219 477 022 E-mail: m.joao@espelhopaco.pt Assunto: Proposta p/ Fornecimento e Instalação de <u>Película de Protecção Solar</u>	Para: HOME ENERGY A/C: Exmo. Sr. André Siopa Tel.: 707224663; 935992138 E-mail: andre.siopa@homeenergy.pt VRef.: Mail 22/03/12
--	---	---

Data: sexta-feira, 23 de Março de 2012

Exmo. Senhor,

De acordo com o solicitado, apresentamos o nosso orçamento referente ao eventual fornecimento e aplicação de películas para vidros de acordo com o seguinte:

1. PELÍCULA REFLECTORA DE EXTERIOR

Ref.: RHE20 SI ER HPR (Helios®) - LLumar® - Ficha Técnica em anexo

Descrição:

Fabricante: Solutia Performance Films | Tipo: Reflectora | Aplicação: Exterior | Cor: Prata

Garantia: 7 anos (vidros verticais), 5 anos (vidros diagonais, com grau de inclinação superior a 20° da horizontal)

Quantidade de metros a revestir: 287,78 m2 (medidas enviadas por e-mail a 22-03-2012)

Valor do material e sua aplicação: 8.500,00€

Acresce IVA à taxa legal em vigor

NOTAS:

- (1) As películas reflectoras, para além da sua função de protecção solar, oferecem privacidade durante o dia, pelo efeito "espelhado" que apresentam, mantendo, no entanto, a visão nítida e sem qualquer distorção do interior para o exterior. No entanto, à noite, este efeito inverte-se sempre que a intensidade luminosa no interior seja superior à do exterior.

Sobre o Fabricante SOLUTIA PERFORMANCE FILMS

LLumar® é uma linha de produtos da Solutia Inc., Performance Films (anterior designação social CP Films Inc.), o maior fabricante mundial de películas para tratamento de vidro, nos mercados da arquitectura e automóvel. Com mais de 50 anos de experiência, é internacionalmente reconhecida pela sua área de Investigação & desenvolvimento de novos processos e tecnologias, excelência em fabricação, distribuição globalizada e qualidade premium. A Solutia Inc., Performance Films é o único fabricante que produz todos os componentes para os seus produtos nas suas instalações, o que lhe permite um controlo de qualidade ímpar no mercado. Na Europa a Solutia Inc., Performance Films é Certificada pelo BSI (British Standards Institute) de acordo com a ISO 9001:2000 e pela TÜV Süd Alemanha, de acordo com a DIN EN ISO 9001:2000.

PROPOSTA DE PREÇO: 8369/GM/12/MJ

Sobre a película LLumar® Helios®

LLUMAR HELIOS é uma gama de Películas Premium de controlo solar exterior e privacidade com um excelente acabamento e protecção anti-risco. Helios® é uma tecnologia completamente diferente. A sua construção assenta num polímero híbrido, patenteado, com várias camadas entrelaçadas, garantindo uma perfeita protecção e estabilidade da radiação UV. Testes de aceleração temporal demonstraram uma duração 3 vezes superior às tecnologias standard de exterior. Possui uma camada protectora anti-risco e anti-graffiti: incremento da longevidade e facilidade de limpeza. As películas Helios oferecem uma melhoria significativa das condições de trabalho devido à elevada redução do calor. Redução de custos com a climatização e consequente redução dos custos de Energia em emissões CO2 com um payback potencial de apenas três anos. Adaptam-se extremamente bem a vidros isolantes combinados com sistema de privacidade – efeito: “ver sem ser visto”. Excelente redução do encandeamento e diminuição da tensão ocular. Elevada filtragem no interior da película dos Raios UV reduzindo a descoloração de tecidos, mobiliário e obras de arte.

2. PROCEDIMENTOS GERAIS:

- ▶ Lavagem e desengorduramento da face exterior dos vidros,
- ▶ Instalação Profissional da (s) película (s) mencionada (s);
- ▶ Limpeza de eventuais resíduos com origem aquando da instalação da (s) Película (s).

3. CONDIÇÕES GERAIS DE VENDA:

- ▶ Local de Instalação: ALCOBAGA
- ▶ Início da Obra: A combinar de comum acordo
- ▶ Condições de Pagamento: A Combinar
- ▶ Validade da Proposta: 30 dias

4. GARANTIA:

- ▶ As películas fornecidas e instaladas pela ESPELHOPACO, são garantidas contra descolagem, descasques, fissuras ou descolorações naturais, desde que o Cliente também garanta não sujeitar a película a produtos ou matérias contudentes, abrasivos, diluentes ou amónias.

5. OBSERVAÇÕES:

- ▶ A proposta baseia-se em dados facultados pelo Cliente pelo que salvaguardamos a sua correção após a confirmação dos dados no local da obra e análise dos acessos para execução do trabalho.
- ▶ Não estão contemplados acessos especiais (andaimos /plataformas elevatórias, etc.) para a execução dos trabalhos.
- ▶ A execução dos trabalhos será efectuada dentro do período normal de trabalho (dias úteis, entre as 9h00-1300 e 14h00-18h00), salvo acordo em contrário.
- ▶ Sempre que a dimensão dos vidros ultrapassar a largura standard máxima dos rolos de película 1,52mt é necessário o recurso de uniões de peças de película até perfazer a medida necessária. As uniões são feitas na vertical, salvo indicação contrária por parte do cliente.
- ▶ O orçamento baseia-se na área quadrada necessária de material e não na área real de vidro.
- ▶ Não nos responsabilizamos por eventual quebra de vidros posteriormente à nossa intervenção.

6. CONDIÇÕES DE TRABALHO

- ▶ No momento da instalação, não deverá haver quaisquer tipos de obstáculos na zona de nossa intervenção, para que torne possível a execução dos trabalhos sem atraso, nem obras em curso susceptíveis de produzir poeira ou outro tipo de poluição atmosférica, prejudicial ao bom acabamento e qualidade final da obra.

Ficamos a aguardar a V.ª prezada resposta.

Melhores Cumprimentos,

Maria João Lopes
Departamento Comercial

O seu Contacto na Espelho Opaco:

Graça Mendes
Departamento Comercial
Telm.: 912 263 820

RHE20 SI ER HPR

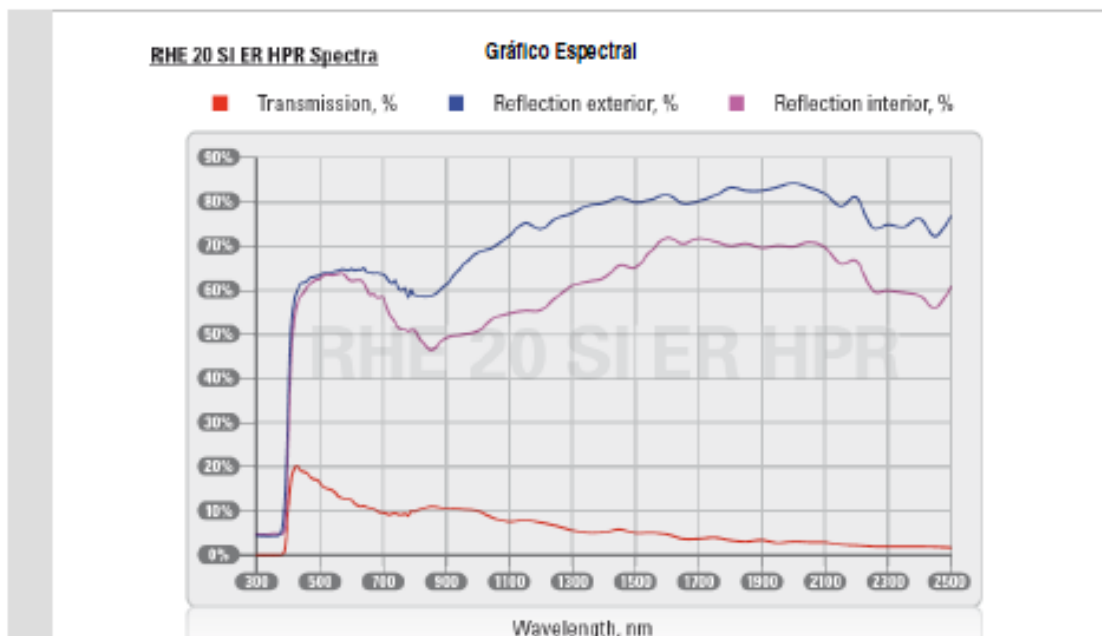
Película Reflectora **Helios®** de Protecção Solar / Aplicação Exterior / Prata Escuro



CERTIFICADO DE QUALIDADE ISO 9001:2008 (CERTIFICADO GB95/5381)

Tipo de Vidro	Simplex 4mm	Duplo incolor 4/12/4	
Transmissão de Energia Solar	11%	10%	✓ Película reflectora de protecção solar e privacidade: a solução ótima para edifícios expostos a ganhos solares excessivos e sujeitos a elevados custos com o arrefecimento.
Reflexão de Energia Solar - Ext	62%	62%	✓ Tecnologia Helios®: Polímero híbrido especial patenteado, com camada protectora anti-risco: incremento da longevidade da película e facilidade de limpeza.
Absorção de Energia Solar	27%	28%	✓ Melhoria significativa das condições de trabalho e do conforto devido à elevada redução dos ganhos solares excessivos.
Transmissão de Luz Visível	14%	13%	✓ Redução do consumo de ar condicionado e redução dos custos energéticos, com payback potencial inferior a 3 anos.
Reflexão de Luz Visível - Ext	64%	64%	✓ Redução de emissões de CO ₂ em dezenas de toneladas/ano.
Reflexão de Luz Visível - Int	63%	61%	✓ Privacidade durante o dia – efeito "espelho" apenas num sentido (a maior reflexão da película é feita para o lado com maior intensidade luminosa).
Transmissão UV	<1%	<1%	✓ Excelente redução do Encandeamento, diminuindo reflexos e a tensão ocular.
Coef. Sombreamento (Valor b)	0,20	0,16	✓ Excelente protecção UV, integrada na película de poliéster: redução da descoloração dos têxteis, mobiliário, pavimentos e objectos de arte.
Emissividade	0,70	0,70	
Valor U (EN 673 W/m²K)	5,80	2,9	
Redução do Encandeamento	84%	85%	
Valor g	0,18	0,14	
Rejeição Total da Energia Solar	82%	86%	
Cor da Película	Prata Escuro		
Espessura da película	60µ		
Protecção anti-risco	Sim		

GARANTIA: 7 anos para instalação exterior em vidros verticais e 5 anos para instalação exterior em vidros diagonais com grau de inclinação superior a 20° da horizontal e é válida contra descolagem, descasque, fissuras e alteração de cor. A selagem da película com silicone neutro é obrigatória para validar a garantia. Defeitos de fabrico, embora raros, também estão cobertos por esta garantia. As películas fornecidas pela Solutia Performance Films, através do seu Distribuidor Autorizado, Sotermica Ibérica, e instaladas por um Instalador Certificado, são garantidas desde que o Cliente também garanta não sujeitar a película a produtos ou matérias contundentes, abrasivos, diluentes ou amólios.



NOTA: A informação apresentada não dispensa a consulta das Directrizes Globais de Compatibilidade da Película + Vidro para avaliação do factor de risco associado ao Stress Térmico. Todos os vidros têm uma taxa de risco de quebra associada a tensões de origem térmica, antes da película ser aplicada. Esta taxa é geralmente muito baixa nos vidros e sistemas envidraçados que cumprem todas as normativas do sector e que se encontrem em bom estado de conservação (arestas boleadas, sem existência de riscos, fissuras ou rachas, vedantes e caixilharia em bom estado, etc.). No entanto, a resistência do vidro ao stress térmico depende de vários outros factores. Consulte-nos para mais informações.

Características da película escolhida.

Certificado de Garantia



Este é o Certificado de Garantia Europeu para a película de exterior Helios instalada profissionalmente por técnicos credenciados pela Solutia Performance Films/CPFilms através do seu representante Ibérico: Sotermica, Lda.

Helios [exterior films]

RHE 20 SI ER HPR

A garantia é de 7 anos para instalação em vidros verticais, de 5 anos para instalação em vidros inclinados e é válida apenas para aplicações exteriores, estando sujeita às seguintes limitações:

A selagem da película é obrigatória para validar a sua garantia.

Esta garantia cobre fissuras, descolagem, desmetalização, descamação e descasque, desde que o cliente garanta não sujeitar a película a produtos ou matérias contundentes, abrasivos, diluentes ou amónias. Defeitos de fabrico, embora raros, também estão cobertos por esta garantia.

Por favor contacte a Solutia Performance Films/CPFilms através do seu representante Ibérico, Sotermica, Lda. para garantia especial quando a instalação for em vidros com inclinação inferior a 20° da horizontal.



Setembro 2011



Nota: Por favor contacte a Solutia Performance Films/CPFilms através do seu representante Ibérico, Sotermica, Lda. para mais informações acerca da formação de instalador profissional, selagem da película, compatibilidade de stress térmico entre a película e o vidro e procedimentos de limpeza e manutenção.

©2011 Solutia Performance Films/CPFilms Vertrieb GmbH, é uma subsidiária da Solutia Inc., St. Louis, Missouri, EUA. LLumar® é uma marca registada da Solutia Inc. Sotermica Lda. é o representante e distribuidor Ibérico da CFFilms Inc. Todos os direitos de imagem e texto reservados.



Certificado de Garantia das películas de protecção solar.

Anexo 4

Neste anexo será apresentada a proposta para a substituição da iluminação existente nas piscinas municipais de Alcobaça.



8 to 5 Energy Saver

8 to 5 Energy Saver



Converte instantaneamente os encaixes existentes de lâmpadas fluorescentes T12 & T8 em sistemas de iluminação T5 de alta eficiência!

O 8to5 Energy Saver é um aparelho de controlo electrónico de alta-frequência que permite trocar as suas lâmpadas fluorescentes ineficientes e obsoletas T12 e T8 pela nova lâmpada de poupança de energia e amiga do ambiente T5, sem ter de tocar o encaixe existente!

A instalação do 8to5 Energy Saver no encaixe antigo T8 ou T12 permite instalar as económicas lâmpadas fluorescentes T5 e usá-las imediatamente com até 65% de poupança de energia, iluminação melhorada, custos de manutenção reduzidos e com benefícios muito reais para o ambiente, no que toca à reciclagem e à redução de CO₂.



45% a 65% de poupança de energia
Qualidade de iluminação melhorada
Baixo custo, rápido retorno do investimento
Baixas despesas de manutenção
Amigo do ambiente
Solução instantânea, a longo prazo

APLICAÇÃO

O 8to5 Energy Saver é ideal para usar em escritórios, centros de venda a retalho, escolas, hospitais, hotéis, bares, restaurantes, estacionamento, edifícios comerciais, comboios, estações de metro e de autocarros, aeroportos, terminais de ferry-boats, instalações desportivas, fábricas, refinarias, etc.

INSTALAÇÃO

A instalação é rápida, simples e não precisa de experiência nem de formação eléctrica especializadas.

Basta desligar e retirar o tubo e o arrancador T8 ou T12 existentes.

Substitua-os pelo 8to5 Energy Saver completo, com o tubo T5 e o balastro incorporado.

Código	Descrição	Preço Unit. (€)
12146002	Réguia adaptadora T8 p/T5 14W 60cm c/lâmp cõr 840	20,900
12211202	Réguia adaptadora T8 p/T5 21W 90cm c/lâmp cõr 840	23,150
12281202	Réguia adaptadora T8 p/T5 28W 120cm c/lâmp cõr 840	25,450
12351502	Réguia adaptadora T8 p/T5 35W 150cm c/lâmp cõr 840	27,900

* Outras potências preços s/ consulta

CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO:

- 1.Preços sujeitos ao IVA à taxa em vigor
- 2.Esta tabela pode ser alterada s/ prévio aviso
- 3.Preços válidos a partir de 15-02-2011

S.I.M.E. - Sociedade Importadora de Material Eléctrico, Lda

Para mais informações visite o nosso site:

www.sime.pt
Tel. 219105660





Projektor LED 4ª Geração MultiChip 150W Branco Frio

[LC-PR150-BF]

Preço: **595,95EUR**

Projector LED de Quarta Geração. Para substituir os tradicionais de iodetos metálicos 400W. O novo LED MultiChip tem um ângulo de abertura de 120° que permite um espalhamento de luz uniforme e não projectada sem necessitar de lentes.

Equipamento de utilização exterior

Tipo de LED: 1x Power LED MultiChip 150W Potência: 150W

Ângulo abertura: 120°

Vida Útil: 50.000h

Tonalidade CCT: 5500K-6500K

Lumens: 15.000 Lm

Alimentação: AC 220- 230V 50/60HZ

Protecção: IP65

Dimensões: 290 x 240 x 150 mm

E-Mail:

info@luxconcept.pt

Telefone:

+351 234 420 010

Horário:

Dias úteis das 9h-13h e 14h30-18h30 GMT

Showroom /

Mostuário:

(Apenas com marcação e exclusivo a profissionais)

Rua Direita 71 Aveiro Portugal



Projektor LED 4ª Geração MultiChip 30W Branco Frio

[LC-PR30-BF]

Preço: ~~169,90EUR~~ 99,95EUR

Projector LED de Quarta Geração. Para substituir os tradicionais de iodetos metálicos de 150W. O novo LED MultiChip tem um ângulo de abertura de 120° que permite um espalhamento de luz uniforme e não projectada sem necessitar de lente.

Equipamento de utilização exterior

Tipo de LED: 1x Power LED MultiChip 30W Potência: 30W

Ângulo abertura: 120°

Vida útil: 50.000h

Tonalidade CCT: 5500K-6500K

Lumens: 3000 Lm

Alimentação: AC 220- 230V 50/60HZ

Protecção: IP65

Dimensões: 225 x 185 x 125 mm

E-Mail:

info@luxconcept.pt

Telefone:

+351 234 420 010

Horário:

Dias úteis das 9h-13h e 14h30-18h30 GMT

Showroom /
Mostuário:

(Apenas com marcação e exclusivo a
profissionais)

Rua Direita 71 Aveiro Portugal

Anexo 5

Proposta para a aplicação do Solar Térmico.



1. Introdução: objectivos

Objectivo da proposta

A presente proposta teve por base o projecto técnico da instalação de um sistema solar térmico para as AQS

Como resultado será apresentada uma solução integrada de aquecimento de águas quentes sanitárias com o objectivo de reduzir os futuros consumos de combustível do local.

Documentos de referência

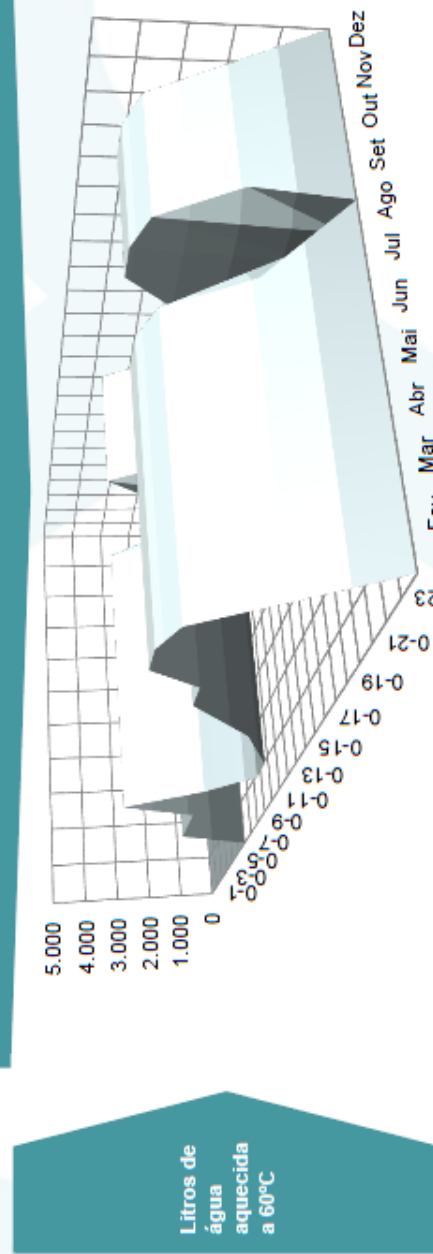
Informação enviada pelo cliente.

2. Proposta técnica: dados de consumo

De acordo com os elementos recebidos estão previstos os seguintes consumos de AQS:

Dados energéticos gerais				
Tipo utilização	N.º utilizadores	Consumo Unitário [l/dia]	Consumo Total [l/dia]	Temperatura [°C]
Banhos	1500	25	37500	60
TOTAL	1500	25	37500	60

Perfil de consumo



O perfil de consumo encontra-se definido no anexo relatório energético Soltem5.1 em anexo.

2. Proposta técnica: solução

Sistema de AQS

Configuração adoptada

Propõe-se um sistema solar térmico com 180 colectores planos FKC, da marca Vulcano, instalados na cobertura plana com uma inclinação de 35° e a Sul.

Os colectores funcionarão em circuito fechado independente, fornecendo energia a quatro depósitos solares de 5.000 litros cada.

O apoio energético será efectuado através do sistema existente (caldeiras) a um depósito novo de 5000 litros.

A distribuição não está incluída na presente proposta.

Dimensionamento

A simulação foi realizada com o programa "Solterm 5.1".

Área de colectores

406 m²

Fracção Solar

50 %

Energia Solar Fornecida

327.031 kWh/ano

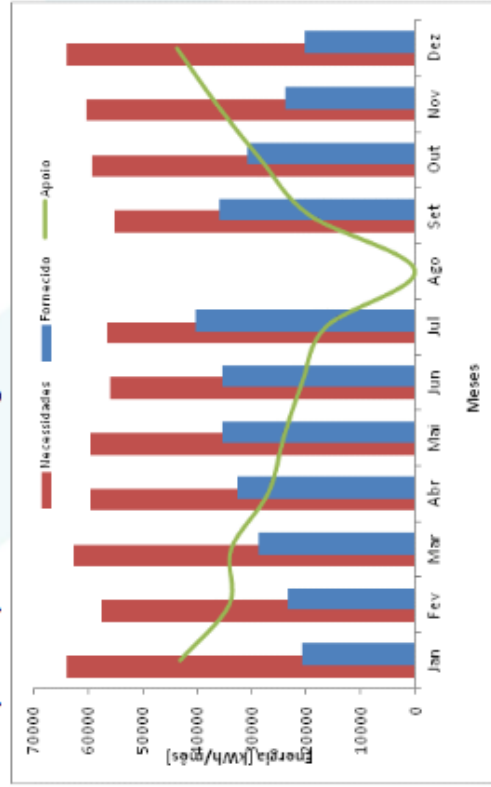
Observações

Colectores Certificados EN 12975

2. Proposta técnica: autonomia







O sistema solar foi dimensionado tendo em conta o perfil das necessidades e o espaço físico disponível entre o depósito e os painéis. Conseguiu-se dimensionar o sistema de modo a satisfazer aproximadamente 50% das necessidades energéticas. Este foi o ponto óptimo encontrado tendo em conta o perfil de consumo de água quente e o retorno do investimento a realizar.

A figura seguinte representa uma estimativa dos valores mensais da energia produzida pelo sistema solar térmico proposto e da energia necessária para aquecimento da água.








Como apoio ao dimensionamento utilizou-se o programa Solterm5.1

2. Proposta técnica: equipamentos

Colectores	Colectores solares tipo planos selectivos FCK Vulcano. Os colectores solares dispõem da certificação SOLAR KEYMARK de acordo com a norma EN12975.	
Estrutura de fixação	Propõem-se estruturas de fixação dos colectores solares devidamente protegidas contra a corrosão para instalação em cobertura plana. As estruturas serão realizadas em aço galvanizado.	
Depósitos AQS	Depósitos cilíndricos verticais de 5.000 litros para acumulação solar, preparado para uma pressão máxima de serviço de 8 bar sem permutadores. Depósito cilíndrico vertical de 5.000 litros para apoio por caldeira, preparado para uma pressão máxima de serviço de 8 bar com um permutador.	
Sistema de controlo	Será do tipo electrónico, constituído por uma caixa de comando, com entradas/saídas de sensores de temperatura e reles para controlo das bombas e válvulas motorizadas do sistema solar.	
Bombas electrocirc.	As electrobombas do circuito solar serão centrífugas do tipo in-line de rotor imerso e em ferro fundido.	
Vaso de Expansão primário	Será do tipo fechado com câmara de azoto, constituído por membrana em butil a água estará apenas em contacto com a referida membrana. De acordo com a PED 97/23/EEC e DIN/DVGW 4807 parte 3.	

NOTA: Os equipamentos instalados poderão não corresponder as imagens

2. Proposta técnica: equipamentos

Tubagem	<p>Primário e secundário Solar : Tubagem em cobre, com isolamento térmico de espessura de acordo com o RSECE. Ligação entre depósitos: Tubagem em cobre, com isolamento térmico de espessura de acordo com o RSECE.</p>	
Fluido térmico	<p>Será em propilenoglicol com uma concentração de cerca de 20%, adequada à temperatura mínima histórica do local.</p>	
Válvula de 3 vias	<p>Válvula motorizada de três vias, corpo em latão e actuador.</p>	
Permutador de calor	<p>Permutadores de placas água/água (Piscina, caldeira e AQS) com transmissão em contracorrente. Estrutura em aço pintura "epoxi", ligações em aço inox, placas em inox AISI/316 L, juntas em "high nitrile" e de acordo com a PED 97/23/EEC.</p>	
Acessórios Diversos	<p>Serão instaladas válvulas de corte, válvulas de segurança, válvulas antiretorno, caudalímetros, válvula misturadora termostática, filtros, manómetros, purgadores de ar, termómetros, e restantes acessórios de ligação.</p>	

NOTA: Os equipamentos instalados poderão não corresponder às imagens

3. Proposta financeira: preços e condições

Preços

Estimativa orçamental (Solar Térmico e depósito de apoio): 330.000 € (Trezentos e trinta mil Euros)*

- Valor estimado. Confirmar após visita e projeto.

Nota: Dada a dimensão da instalação, a mesma carece de caderno de encargos e respetivo projeto técnico, de forma a poder ser devidamente avaliadas as condições de instalação, espaço para os coletores solares térmicos e os custos da instalação.

Acresce a estes valores IVA à taxa legal em vigor.

Condições de Pagamento

- a acordar

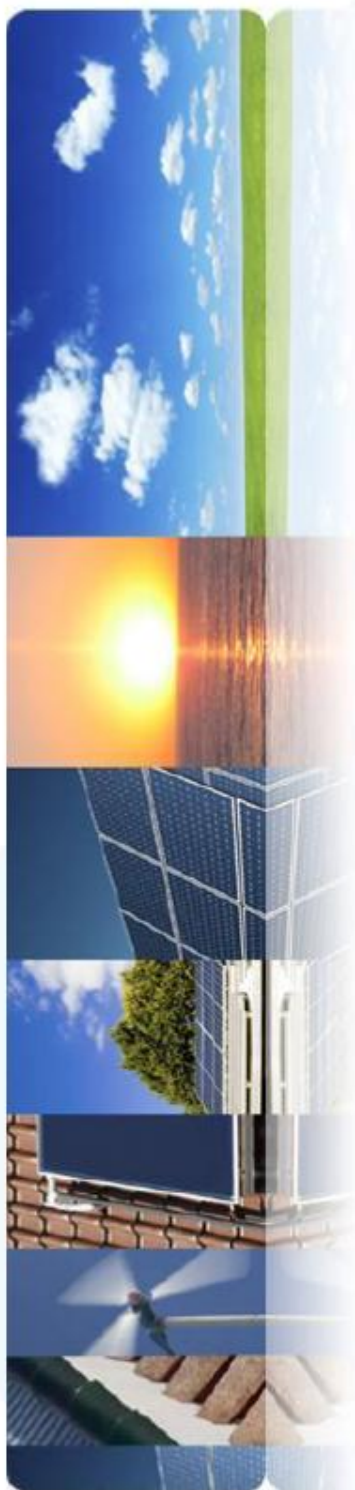
Validade da proposta

A nossa proposta é válida por 30 dias.

Garantias

Os colectores solares têm garantia de 6 anos.

Os restantes equipamento têm garantia, de acordo com o definido na legislação em vigor, de 2 anos.



www.hemeraenergy.com

Lisboa

Edifício Miraflores Office Center
Av. das Tulipas, nº6 - 8ºC
1495-161 Algés - Portugal
infolisboa@hemeraenergy.com
Telf: + 351 214 103 361
Fax: + 351 214 105 474

Barcelona

Edifici Cinc
C/Lluís 321-329
08019, Barcelona
informacion@hemeraenergy.com
Telf: + 34 935 530 772
Fax: + 34 935 530 773

Madrid

Edificio Eurocentro
Capitán Haya, 1 – 15º piso
28020 Madrid
informacion@hemeraenergy.com
Telf: +34 914 177 564
Fax: +34 915 562 880

Málaga

Parque Tecnológico de Andalucía,
Avda. Juan Lopez Peñalver, 21
29590 Campanillas - Málaga
informacion@hemeraenergy.com
Telf: + 34 951 010 591
Fax: + 34 951 010 541

Piscina Municipal de Alcobaga

Proposta Hemera 18.04.12

Anexo 6

Este anexo apresentará a proposta de orçamento para a substituição das caldeiras a gás natural por umas a biomassa.



Caldeira Biomassa Industrial

Caldeiras
Biomassa

Potências:
65 a 2500 kW

Utilização:
Aquecimento e/ou A.Q.S.

Combustíveis:
Pellets de Madeira;
Casca de Amêndoa;
Caroço de Azeitona;
Bagaço de Azeitona.

NOVIDADE



Características principais:

- Caldeira em aço de alta qualidade com 3 passagens de fumos horizontais, limpeza manual do permutador e recolha manual de cinzas;
- Funcionamento simples e com baixo custo de manutenção;
- Caldeira de funcionamento automático com quadro de controlo electrónico;
- Caldeira dividida em 3 partes: base da caldeira com queimador, caldeira e injector com treminha de combustível;
- Pressão de serviço: 3 bar;
- Queimador de biomassa e injector com sem-fim duplo para evitar retrocesso da chama por falha na alimentação eléctrica;
- Inclui sistema de inundação para uma maior segurança;
- Versão standard com queimador traseiro;
- Caixa de fumos com saída superior;
- Regulação com controlo de todas as funções da caldeira, inclui programação para/arranca e visualização de todos os parâmetros de funcionamento;
- A regulação permite 2 modos de funcionamento do queimador:
 - Em ciclos ON/OFF por tempo;
 - Constante, regulado por velocidade variável do sem-fim;
- Amplas portas da câmara de combustão e do permutador, facilitam a sua limpeza e manutenção;
- Baixas emissões com o mínimo de impacto ambiental;
- Adaptável a qualquer depósito e sistema de transporte até ao silo instalado no alimentador sem-fim.

REF	Modelo	Potência (M)		Ligações	Preço médio
		kW	kcal/h		
0103.0601	Caldeira Industrial Quioto 65	65	55.900	1 1/4"	10.973,25 €
0103.0602	Caldeira Industrial Quioto 100	100	84.000	1 1/4"	14.179,50 €
0103.0603	Caldeira Industrial Quioto 150	150	129.000	1 1/2"	17.568,00 €
0103.0604	Caldeira Industrial Quioto 200	200	172.000	2"	20.778,75 €
0103.0605	Caldeira Industrial Quioto 250	250	215.000	2 1/2"	24.502,50 €
0103.0606	Caldeira Industrial Quioto 325	325	279.500	2 1/2"	31.268,25 €
0103.0607	Caldeira Industrial Quioto 400	400	344.000	2 1/2"	41.575,50 €
0103.0608	Caldeira Industrial Quioto 500	500	430.000	3"	52.942,50 €
0103.0609	Caldeira Industrial Quioto 650	650	559.000	4"	59.229,00 €
0103.0610	Caldeira Industrial Quioto 800	800	688.000	4"	63.377,50 €
0103.0611	Caldeira Industrial Quioto 1000	1000	860.000	4"	75.748,50 €
0103.0612	Caldeira Industrial Quioto 1200	1200	1.032.000	5"	84.159,00 €
0103.0613	Caldeira Industrial Quioto 1600	1600	1.376.000	6"	94.947,75 €
0103.0614	Caldeira Industrial Quioto 2000	2000	1.720.000	6"	110.297,25 €
0103.0615	Caldeira Industrial Quioto 2500	2500	2.150.000	8"	141.428,25 €

A caldeira Quioto é facturada com IVA a 13%.
Sob encomenda especial.

Verificação de funcionamento/arranque e activação da garantia incluída: É preciso efectuar uma marcação prévia como Serviço de Assistência Técnica (SAT) Zanta, condicionada à disponibilidade do SAT. Para o SAT Zanta efectuar a verificação de funcionamento/arranque e activação da garantia é necessário: Ligação de combustível e de evacuação dos gases de exaustão completa e segundo a legislação em vigor; Ligações aos circuitos de A.Q.S. e Aquecimento Central efectuadas.

Como foi falado anteriormente a substituição das caldeiras requer também a compra de uns acessórios extra e são eles:

- Silo.
- Transporte da biomassa até à caldeira.

Silos

caldeiras biomassa

Silos metálicos para exteriores

chapa galvanizada



REF	Modelo	Altura cm	Diâmetro cm	Capacidade Toneladas	m³	Preço unidade
2701.0207	Silo Galvanizada 1800/2 Biomassa	378	180	2,78	4,27	3.795,60 €
2701.0208	Silo Galvanizada 1800/4 Biomassa	476	180	4,38	6,74	3.945,58 €
2701.0209	Silo Galvanizada 1800/5 Biomassa	575	180	5,59	9,20	4.407,05 €
2701.0210	Silo Galvanizada 1800/7 Biomassa	674	180	7,58	11,66	4.741,63 €
2701.0211	Silo Galvanizada 1800/9 Biomassa	773	180	9,18	14,13	5.272,31 €
2701.0212	Silo Galvanizada 2100/4 Biomassa	453	210	4,00	6,15	3.951,35 €
2701.0213	Silo Galvanizada 2100/6 Biomassa	552	210	6,08	9,35	4.372,44 €
2701.0214	Silo Galvanizada 2100/8 Biomassa	651	210	8,16	12,55	4.937,76 €
2701.0215	Silo Galvanizada 2100/10 Biomassa	750	210	10,23	15,74	5.445,37 €
2701.0216	Silo Galvanizada 2100/12 Biomassa	849	210	12,31	18,94	6.518,29 €
2701.0217	Silo Galvanizada 2300/5 Biomassa	425	230	5,02	7,73	4.268,62 €
2701.0218	Silo Galvanizada 2300/7 Biomassa	524	230	7,70	11,84	4.943,53 €
2701.0219	Silo Galvanizada 2300/10 Biomassa	623	230	10,36	15,94	5.410,75 €
2701.0220	Silo Galvanizada 2300/13 Biomassa	721	230	13,03	20,05	5.912,61 €
2701.0221	Silo Galvanizada 2300/15 Biomassa	820	230	15,70	24,15	6.760,57 €
2701.0222	Silo Galvanizada 2550/7 Biomassa	494	255	7,00	10,77	4.499,35 €
2701.0223	Silo Galvanizada 2550/10 Biomassa	592	255	10,28	15,81	4.937,76 €
2701.0224	Silo Galvanizada 2550/13 Biomassa	691	255	13,55	20,84	5.632,26 €
2701.0225	Silo Galvanizada 2550/16 Biomassa	790	255	16,82	25,87	6.518,29 €
2701.0226	Silo Galvanizada 2550/20 Biomassa	889	255	20,09	30,91	6.945,15 €
2701.0227	Silo Galvanizada 2800/8 Biomassa	478	280	8,19	12,60	5.099,26 €
2701.0228	Silo Galvanizada 2800/12 Biomassa	577	280	12,14	16,68	5.964,52 €
2701.0229	Silo Galvanizada 2800/16 Biomassa	676	280	16,09	24,76	6.829,78 €
2701.0230	Silo Galvanizada 2800/20 Biomassa	775	280	20,05	30,85	7.533,54 €
2701.0231	Silo Galvanizada 2800/24 Biomassa	874	280	24,00	36,93	8.433,41 €

Controlo de nível para silos

Controlo para nível de carga de silos:

Quando existem dois silos, o principal e um intermédio, acciona o sistema de transporte do silo principal para o intermédio para manter o nível de enchimento do silo intermédio.

REF	Descrição	Preço médio
2199.1109	Caixa de controlo de nível para silos + sondas	772,20 €

Inclui quadro e sondas

Sob encomenda especial

Caldeiras
Biomassa

Agitador rotativo para estilha

O agitador rotativo é composto por:

- Sem-fim com 6 metros de comprimento e 125mm de diâmetro, com motoreductor (tubo exterior e interior)
- Bandeja de alimentação em aço elástico, ancorada sobre o tambor e accionada pelo motoreductor
- Estrutura de suporte para instalar sobre superfície plana de betão.

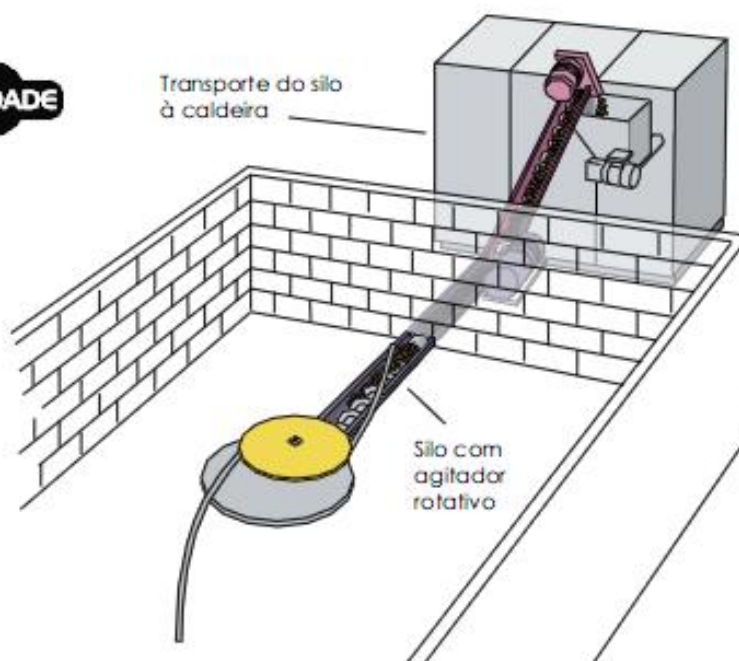
REF	Descrição	Preço médio
2199.1110	Transporte de silo de estilhas com agitador	19.245,60 €
2199.1111	Transporte de silo à caldeira, primeiros 3 metros com motoreductor	8.791,20 €
2199.1112	Metro adicional de transporte do silo à caldeira	784,08 €

O kit agitador não inclui a superfície de transporte à caldeira

Sob encomenda especial

NOVIDADE

Transporte do silo
à caldeira



Silo com
agitador
rotativo

Anexo 7

Proposta para a bateria de condensadores a instalar no circuito eléctrico das piscinas municipais de Alcobaça.



De / From : David Rafael Telef.: 21 416 37 34
Fax: 21 416 38 02
E-Mail : eng@efacec.com
Divisão: EG/SE Referência: OF-12/115
A / To : André Siopa

Assunto: Orçamento para bateria de condensadores.

Caro André Siopa

Em resposta à vossa consulta, que agradecemos, indicamos as nossas melhores condições para o eventual fornecimento dos seguintes equipamentos:

Bateria de Condensadores de 70kVAr

Bateria de condensadores trifásicos automática, Efacec / Nokian, para montagem interior com IP 203, de 70kVAr sob 400V/480V 50Hz tipo P/(5+10)+15+2x20+1R/N6.

Será dividida em sete escalões eléctricos de 5kVAr cada, equipada com contactores e corta circuitos adequados, e instalada em armário metálico para montagem mural tipo "P" com porta, construído em chapa de aço zincor devidamente tratada e pintada a cinzento RAL 7035.

O comando será automático através de relé varimétrico tipo N6, equipado com display indicativo do factor de potência, afinação automática do C/K, dez alarmes.

Os condensadores, de perdas reduzidas, e construídos em filme de propileno metalizado, serão equipados com resistências de descarga e fusíveis internos, e sobrevoltados para 480V, adequados portanto a redes pouco poluídas $15\% < Gh/Sn < 25\%$.

Equipada com interruptor geral 3x160A.

Possuirá uma reserva não equipada.

Normas de fabrico CEI 831-1-2

Dimensões: 1000 x 600 x 250mm (HxLxP)

Preço de fornecimentoEur. 1.585,00

ALTERNATIVA

Bateria de Condensadores de 68,75kVAr c/ Blocagem

Bateria de condensadores trifásicos automática, Efacec / Nokian, para montagem interior com IP 203, de 68,75kVAr sob 400V/525V 50Hz tipo PV/189Hz/6,25+12,5+2x25+1R/N6.

Será dividida em onze escalões eléctricos de 6,25kVAr cada, equipada com contactores e corta circuitos adequados, e instalada em armário metálico para montagem vertical tipo "PV" com porta, construído em chapa de aço zincor devidamente tratada e pintada a cinzento RAL 7035.

O comando será automático através de relé varimétrico tipo N6, equipado com display indicativo do factor de potência, afinação automática do C/K, dez alarmes.

Os condensadores, de perdas reduzidas, e construídos em filme de propileno metalizado, serão equipados com resistências de descarga e fusíveis internos, e sobrevoltados para 525V, adequados portanto a redes poluídas $25\% < G_h/S_n < 60\%$.

Equipada com interruptor geral 3x200A.

Possuirá uma reserva equipada.

Normas de fabrico CEI 831-1-2

Dimensões: 1230 x 1100 x 400mm (HxLxP)

Preço de fornecimentoEur. 3.365,00

Condições Comerciais

- IVA – Não Incluído
- Os preços indicados entendem-se para material entregue nas instalações do vosso cliente sobre camião.
- Condições de Pagamento: 30 dias após a emissão da factura
- Validade da Proposta: 30 Dias
- Prazo de Entrega – 2 Semanas
- Garantia – 24 meses contra defeitos de fabrico ou concepção.

David Rafael

Tlf: 21 416 37 34

Fax: 21 416 38 02

email: david.rafael@efacec.com